

**DETEKSI GERAKAN KEPALA BERDASARKAN ANALISIS
BOUNDING BOX PADA CITRA DIGITAL BERBASIS
RASPBERRY PI**

SKRIPSI

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik

Disusun oleh:
Muzammilatul Jamiilah
NIM: 145150301111017



PROGRAM STUDI TEKNIK KOMPUTER
JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2018

PENGESAHAN

Deteksi Gerakan Kepala Berdasarkan Analisis
Bounding Box Pada Citra Digital Berbasis Raspberry Pi

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh Sarjana Teknik


Disusun Oleh :
Muzammilatul Jamiilah
NIM: 145150301111017


Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada
19 Oktober 2018

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II


Dr. Eng. Fitri Utaminingrum, S.T, M.T
NIP: 19820710 200812 2 001


Wijaya Kurniawan, S.T, M.T.
NIP: 19820125 201504 1 002

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Informatika



Titi Astoro Kurniawan, S.T, M.T, Ph.D
NIP: 19710518 200312 1 001

PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam naskah skripsi ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu perguruan tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila ternyata didalam naskah skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur plagiasi, saya bersedia skripsi ini digugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (sarjana) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, Pasal 25 ayat 2 dan Pasal 70).

Malang, 19 Oktober 2018



Muzammilatul Jamiilah

NIM: 145150301111017

KATA PENGANTAR

Puja dan puji syukur kami panjatkan kehadiran Allah SWT yang mana atas limpahan rahmat, taufik serta hidayah-Nya, skripsi ini dapat terselesaikan. Skripsi yang berjudul **“Deteksi Gerakan Kepala Berdasarkan Analisis *Bounding Box* Pada Citra Digital Berbasis Raspberry Pi”** ini disusun untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar Sarjana Komputer.

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah bersedia untuk memberikan bantuan demi kelancaran penyusunan skripsi ini diantaranya:

1. Ibu Dr. Eng. Fitri Utaminingrum, S.T, M.T dan Bapak Wijaya Kurniawan, S.T, M.T. selaku dosen pembimbing skripsi yang telah dengan sabar membimbing dan mengarahkan penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak Wayan Firdaus Mahmudy, S.Si., M.T., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Brawijaya Malang.
3. Bapak Tri Astoto Kurniawan, S.T., M.T., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika Universitas Brawijaya Malang.
4. Bapak Sabriansyah Rizqika Akbar, S.T., M.Eng. selaku Ketua Program Studi Teknik Komputer Universitas Brawijaya Malang.
5. Bapak Tri Prasetyo Aji dan Ibu Binti Khoirin sebagai orang tua yang telah memberikan semangat, do’a dan materi selama penulisan skripsi
6. Seluruh keluarga besar keluarga Bapak Sareh dan Bapak Muksim yang telah memberikan semangat, do’a dan kasih sayang.
7. Linda Silvy Putri, Ida Yusnilawati, Lita Nur Fitriani, Intan Fatmawati, dan Putri Ayu Delinasari sebagai anggota D’Gengz yang selalu menemani dan memberi semangat dan juga selalu menghibur penulis.
8. Viramuda Tantri Burhan M anggota D’gengz yang selalu membantu, dan memberi semangat dan juga selalu menghibur penulis.
9. Oggy Setiawan, Syahriel Diovani Y, Tezza Rangga Putra, dan Yongki Pratama, anggota D’gengz yang selalu menemani dan memberi semangat dan juga selalu menghibur penulis.
10. Adrian Mitra Perwira anggota D’gengz yang selalu memberi semangat dan juga selalu menghibur penulis.
11. Haqqi Rizqi yang telah membantu dan selalu memberi semangat dan juga selalu menghibur penulis.
12. Anisatus Shofiyah yang selalu memberi semangat, doa, dan juga selalu menghibur penulis.

13. Joniar Dimas Wicaksono, Hamim Fathul Aziz, Faizal Andy Susilo, Olivia Rumiris S, dan Syahrul Yoga P yang selalu memberi semangat dan juga selalu menghibur penulis.
14. Asisten Laboratorium Siskombot yang selalu memberi semangat dan juga menemani selama berkuliah di FILKOM UB.
15. Komunitas ROBOTIIKA yang selalu memberi semangat dan juga menemani selama berkuliah di FILKOM UB.
16. HIMATEKOM yang selalu memberi semangat dan juga menemani selama berkuliah di FILKOM UB.
17. Seluruh civitas akademik Teknik Komputer Universitas Brawijaya yang telah banyak memberi bantuan dan dukungan selama penulis menempuh studi di Informatika Universitas Brawijaya dan selama penyelesaian skripsi ini.
18. Rekan-rekan Teknik Komputer 2014 yang selalu memberikan motivasi dalam menyelesaikan skripsi ini.
19. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah berperan dalam penyelesaian skripsi ini.

Pada akhirnya, penulis menyadari bahwa skripsi ini masih belum sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.

Malang, 19 Oktober 2018

Penulis

Muzammilatul Jamiilah

muzammilatuljamiilah@gmail.com

ABSTRAK

Disabilitas fisik yaitu suatu gangguan pada tubuh seseorang yang bisa membatasi fungsi salah satu anggota tubuh manusia bahkan bisa lebih dan juga mengganggu kemampuan sistem motorik seseorang. Disabilitas fisik dibagi menjadi beberapa bagian yaitu cacat kaki, cacat tangan, dan cacat kaki dan tangan. Apabila terjadi kecacatan pada kedua anggota tubuh tersebut maka akan sulit untuk mengendalikan sesuatu secara mandiri misalnya mengontrol kursi roda elektronik, memilih menu pada monitor, dan lain sebagainya. Oleh karena itu dibutuhkan penelitian untuk membantu penyandang disabilitas fisik kaki dan tangan agar dapat mempermudah dalam mengontrol alat-alat tersebut. Dalam sistem ini yang dibuat adalah deteksi pergerakan kepala berdasarkan analisis *bounding box* bagi penyandang disabilitas fisik. Penelitian ini menggunakan kamera logitech C310. Kamera tersebut diletakkan lurus di depan kepala pengguna. Kamera ini digunakan untuk menangkap gerakan kepala pengguna lalu hasil *capture* akan dikirim ke raspberry yang nantinya akan diproses menggunakan *image processing* untuk mendeteksi warna kulit dan pergerakan kepala. Langkah selanjutnya adalah mengklasifikasi pergerakan kepala pengguna. Klasifikasi ini menggunakan analisis perhitungan piksel yang merepresentasikan objek pada tiap kuadran dalam *bounding box*. Dalam *bounding box* tersebut terdapat 4 kuadran. Keluaran yang dihasilkan pada sistem ini adalah Kontrol LED. Hasil akurasi pengujian pada deteksi warna kulit yang bagus untuk mendeteksi warna kulit wajah adalah jarak 50 cm, 75cm, 100cm, dan 125cm pada waktu pagi dan siang dan juga jarak 50cm, 75cm pada waktu malam. Untuk hasil akurasi pengujian deteksi pergerakan kepala jarak dan waktu yang paling bagus yaitu pada jarak 50 cm pada waktu pagi, siang dan malam dengan presentase keseluruhan sebesar 90.62%. Rata-rata waktu komputasi tiap gerakan untuk kanan sebesar 59.87 ms, untuk kiri sebesar 57.64ms, untuk tegak sebesar 55.72ms, dan untuk menunduk sebesar 44.62 ms. Untuk akurasi integrasi sistem dengan *hardware* atau LED sebesar 100%.

Kata kunci: disabilitas fisik, *Bounding box*

ABSTRACT

Disability is divided into various physical disabilities. Physical disability is a disorder of a person's body that can limit the function of part of the human body and can even be more and also interfere with the ability of one's motor system. Physical disability is divided into several parts, namely foot defects, hand defects, and hand and foot defects. If there is a disability in both parts of the body it will be difficult to control something independently such as controlling an electronic wheelchair, choosing a menu on the monitor, and so on. Therefore, research is needed to help people with physical disabilities in the legs and hands so as to make it easier to control these devices. In this system, the detection of head movements is based on the analysis of the bounding box for persons with physical disabilities. This study uses a Logitech C310 camera. The camera is placed straight in front of the user's head. This camera is used to capture the movements of the user's head then the capture results will be sent to raspberry which will later be processed using image processing to detect skin color and head movements. The next step is to classify the movements of the user's head. This classification uses pixel calculation analysis that represents objects in each quadrant in the bounding box. In the bounding box there are 4 quadrants. The output generated in this system is LED Control. Test accuracy results on good skin color detection to detect facial skin color is a distance of 50 cm, 75cm, 100cm, and 125cm at morning and afternoon and also a distance of 50cm, 75cm at night. For the results of accuracy testing the detection of head movement, distance and the best time is at a distance of 50 cm in the morning, afternoon and night with an overall percentage of 90.62%. The average computation time of each movement for the right is 59.87 ms, for the left is 57.64ms, for upright is 55.72ms, and for the down is 44.62 ms. For accuracy of system integration with hardware or LED by 100%.

Keywords: physical disability, Bounding box

DAFTAR ISI

PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK.....	vi
ABTRACT.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR KODE PROGRAM	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Manfaat	3
1.5 Batasan Masalah	3
1.6 Sistematika Pembahasan	3
BAB 2 LANDASAN KEPUSTAKAAN	5
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Dasar Teori	5
2.2.1 Raspberry pi 3	6
2.2.2 Disabilitas Fisik	7
2.2.3 <i>Lighting Emitting Diode (LED)</i>	7
2.2.4 Kamera Logitech C310	8
2.2.4 <i>Library OpenCV</i>	8
2.2.5 <i>Computer Vision</i>	9
2.2.6 <i>Morphology Image Filter</i>	9
2.2.7 Konversi Warna Pada Citra Digital	11
2.2.8 Deteksi Warna Kulit	12
2.2.9 <i>Bounding Box</i>	12
2.2.10 Membentuk Ellips pada Deteksi Kepala	13
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	14

3.1 Tipe Penelitian.....	15
3.2 Partisipan dan Lokasi	15
3.3 Studi Literatur	15
3.4 Analisis Kebutuhan.....	16
3.4.1 Kebutuhan Sistem	16
3.4.2 Kebutuhan Perangkat Keras.....	16
3.4.3 Kebutuhan Perangkat Lunak.....	16
3.5 Perancangan Sistem.....	17
3.6 Implementasi	17
3.7 Pengujian dan Analisis	18
3.8 Pengambilan Kesimpulan dan Saran.....	19
BAB 4 REKAYASA KEBUTUHAN.....	20
4.1 Gambaran Umum Sistem.....	20
4.1.1 Tujuan	20
4.1.2 Kegunaan.....	20
4.1.3 Karakteristik Penggunaan	20
4.1.4 Lingkungan Operasi.....	20
4.2 Analisis Kebutuhan Sistem.....	20
4.2.1 Kebutuhan Fungsional	21
4.2.2 Kebutuhan <i>Non</i> Fungsional.....	21
4.2.3 Kebutuhan Antarmuka Perangkat Lunak.....	21
4.2.4 Kebutuhan Antarmuka Perangkat Keras.....	22
4.3 Batasan Desain Sistem	22
BAB 5 PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI	24
5.1 Perancangan Sistem.....	24
5.1.1 Perancangan <i>Prototipe</i> Alat Deteksi Pergerakan Kepala.....	24
5.1.2 Perancangan perangkat keras.....	25
5.1.3 Perancangan Perangkat Lunak.....	25
5.2 Implementasi Sistem.....	31
5.2.1 Implementasi <i>Prototipe</i> Alat Pendeteksi Gerakan Kepala.....	31
5.2.2 Implementasi Perangkat Keras	33
5.2.3 Implementasi Perangkat Lunak	33
BAB 6 PENGUJIAN DAN ANALISIS HASIL	38
6.1 Pengujian Keakurasian Dalam Mendeteksi Warna Kulit Wajah	38

6.1.1 Tujuan pengujian	38
6.1.2 Prosedur Pengujian	38
6.1.3 Pelaksanaan Pengujian	38
6.1.4 Hasil dan Analisis Pengujian.....	39
6.2 Pengujian Keakurasian Dalam Mendeteksi Gerakan Kepala	45
6.2.1 Tujuan Pengujian.....	45
6.2.2 Prosedur Pengujian	45
6.2.3 Pelaksanaan Pengujian	45
6.2.4 Hasil dan Analisis Pengujian.....	46
6.3 Pengujian Rata-rata Waktu Komputasi Tiap Sekali Gerakan	60
6.3.1 Tujuan Pengujian.....	60
6.3.2 Prosedur pengujian	60
6.3.3 Pelaksanaan Pengujian	61
6.3.4 Hasil dan Analisis Pengujian.....	62
6.4 Pengujian Keakurasian Integrasi Sistem Dengan Hardware	66
6.4.1 Tujuan pengujian	66
6.4.2 Prosedur Pengujian	66
6.4.3 Pelaksanaan Pengujian	66
6.4.4 Hasil dan Analisis Pengujian.....	68
BAB 7 PENUTUP	73
7.1 Kesimpulan.....	73
7.2 Saran	74
DAFTAR PUSTAKA.....	75
LAMPIRAN A DATA UJI	78
A.1 Waktu Pagi Jarak 50 CM	78
A.2 Waktu Siang Jarak 50 CM	91
A.3 Waktu Malam Jarak 50 CM.....	104
LAMPIRAN B KODE PROGRAM.....	119

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Raspberry pi 3	7
Gambar 2.2 Disabilitas Fisik	7
Gambar 2.3 LED.....	8
Gambar 2.4 Kamera Logitech C310	8
Gambar 2.5 (a) gambar asli dan (b) hasil proses dilasi	10
Gambar 2.6 (A) gambar asli dan (B) hasil dari Erosi	10
Gambar 2.7 (a) adalah Citra RGB dan (b) adalah Citra Grayscale.....	11
Gambar 2.8 Ilustrasi Bounding Box.....	12
Gambar 2.9 Ellipse	13
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	14
Gambar 3.2 VNC Viewer	16
Gambar 3.3 OpenCV	17
Gambar 3.4 Diagram Blok Sistem Secara Umum.....	17
Gambar 3.5 Flowchart Sistem.....	18
Gambar 5.1 Desain dan Perancangan Prototipe Alat	24
Gambar 5.2 Desain Pergerakan Kepala (a) Kanan, (b) kiri, (c) menunduk, (d) tegak	24
Gambar 5.3 Perancangan Pemasangan LED dan Kamera.....	25
Gambar 5.4 Flowchart Perancangan Proses Utama	26
Gambar 5.5 Flowchart Proses Deteksi kulit wajah	27
Gambar 5.6 Flowchart Proses Bounding Box.....	28
Gambar 5.7 Flowchart Proses Menentukan Hasil Klasifikasi	29
Gambar 5.8 Bounding Box	29
Gambar 5.9 Implementasi Prototipe Alat Pendeteksi Gerakan Kepala Dari Samping.....	32
Gambar 5.10 Implementasi Prototipe Alat Pendeteksi Gerakan Kepala Dari Depan	32
Gambar 5.11 Implementasi Pemasangan LED	33
Gambar 5.12 Implementasi Pemasangan Kamera	33

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi Raspberry pi 3	6
Tabel 5.1 Konfigurasi LED dengan Raspberry pi 3	25
Tabel 5.2 Klasifikasi Berdasarkan Jumlah Piksel dan panjang W dan H	30
Tabel 5.3 Tabel Output LED	32
Tabel 6.1 Pengujian Warna Kulit.....	39
Tabel 6.2 Data Uji dan Hasil Pengujian Kulit Wajah Berdasarkan Objek Objek yang Telah Ditentukan dengan Jarak 50 cm.....	40
Tabel 6.3 Data Uji dan Hasil Pengujian Kulit Wajah Berdasarkan Objek Objek yang Telah Ditentukan dengan Jarak 75 cm.....	41
Tabel 6.4 Data Uji dan Hasil Pengujian Kulit Wajah Berdasarkan Objek Objek yang Telah Ditentukan dengan Jarak 100 cm.....	42
Tabel 6.5 Data Uji dan Hasil Pengujian Kulit Wajah Berdasarkan Objek Objek yang Telah Ditentukan dengan Jarak 125 cm.....	43
<i>Tabel 6.6 Sampel Kulit Terdeteksi dan Tidak Terdeteksi.....</i>	<i>44</i>
Tabel 6.7 Pengujian Deteksi Gerakan Kepala	46
Tabel 6.8 Data uji dan Hasil pengujian Mendeteksi pergerakan kepala berdasarkan Objek yang telah ditentukan dengan jarak 50 cm pada waktu pagi (107 sampai 602 lux).....	47
Tabel 6.9 Data uji dan Hasil pengujian Mendeteksi pergerakan kepala berdasarkan Objek yang telah ditentukan dengan jarak 50 cm pada waktu siang (600 sampai 1153 lux).....	48
Tabel 6.10 Data uji dan Hasil pengujian Mendeteksi pergerakan kepala berdasarkan Objek yang telah ditentukan dengan jarak 50 cm pada waktu malam Malam (18 sampai 110 lux).....	49
Tabel 6.11 Data uji dan Hasil pengujian Mendeteksi pergerakan kepala berdasarkan Objek yang telah ditentukan dengan jarak 75 cm pada waktu pagi (107 sampai 602 lux).....	50
Tabel 6.12 Data uji dan Hasil pengujian Mendeteksi pergerakan kepala berdasarkan Objek yang telah ditentukan dengan jarak 75 cm pada waktu siang (600 sampai 1153 lux).....	51
Tabel 6.13 Data uji dan Hasil pengujian Mendeteksi pergerakan kepala berdasarkan Objek yang telah ditentukan dengan jarak 75 cm pada waktu malam (18 sampai 110 lux).....	52
Tabel 6.14 Data uji dan Hasil pengujian Mendeteksi pergerakan kepala berdasarkan Objek yang telah ditentukan dengan jarak 100 cm pada waktu pagi (107 sampai 602 lux).....	53
Tabel 6.15 Data uji dan Hasil pengujian Mendeteksi pergerakan kepala berdasarkan Objek yang telah ditentukan dengan jarak 100 cm pada waktu siang (600 sampai 1153 lux).....	54
Tabel 6.16 Data uji dan Hasil pengujian Mendeteksi pergerakan kepala berdasarkan Objek yang telah ditentukan dengan jarak 100 cm pada waktu malam (18 sampai 110 lux).....	55

Tabel 6.17 Data uji dan Hasil pengujian Mendeteksi pergerakan kepala berdasarkan Objek yang telah ditentukan dengan jarak 125 cm pada waktu pagi (107 sampai 602 lux)	56
Tabel 6.18 Data uji dan Hasil pengujian Mendeteksi pergerakan kepala berdasarkan Objek yang telah ditentukan dengan jarak 125 cm pada waktu siang (600 sampai 1153 lux)	57
Tabel 6.19 Data uji dan Hasil pengujian Mendeteksi pergerakan kepala berdasarkan Objek yang telah ditentukan dengan jarak 125 cm pada waktu malam (18 sampai 110 lux)	58
Tabel 6.20 Sampel Gerakan Kepala yang Terdeteksi dan Tidak Terdeteksi	59
Tabel 6.21 Data Uji dan Hasil Pengujian Waktu Komputasi pada Jarak 50 cm	62
Tabel 6.22 Data Uji dan Hasil Pengujian Waktu Komputasi pada Jarak 75 cm	63
Tabel 6.23 Data Uji dan Hasil Pengujian Waktu Komputasi pada Jarak 100 cm ..	64
Tabel 6.24 Data Uji dan Hasil Pengujian Waktu Komputasi pada Jarak 125 cm ..	65
Tabel 6.25 Data Uji dan Hasil Pengujian Akurasi Integrasi Sistem dengan Hardware pada jarak 50 cm	68
Tabel 6.26 Data Uji dan Hasil Pengujian Akurasi Integrasi Sistem dengan Hardware pada jarak 75 cm	69
Tabel 6.27 Data Uji dan Hasil Pengujian Akurasi Integrasi Sistem dengan Hardware pada jarak 100 cm	70
Tabel 6.28 Data Uji dan Hasil Pengujian Akurasi Integrasi Sistem dengan Hardware pada jarak 125 cm	71

DAFTAR KODE PROGRAM

Kode Program 5.1 Inisialisasi Library dan Variabel	34
Kode Program 5.2 Kamera Membaca Citra Video	34
Kode Program 5.3 Deteksi Kepala Berdasarkan Warna Kulit Wajah Sesuai Range Pada halaman 28.....	35
Kode Program 5.4 Program Membuat Bounding Box	36
Kode Program 5.5 Meghitung Jumlah Piksel per Kuadran	37
Kode Program 5.6 Penentuan Hasil Klasifikasi	37



BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Disabilitas merupakan kata yang berasal dari kata serapan bahasa Inggris *Disability* yang artinya cacat atau ketidakmampuan dalam melakukan suatu hal. Sebelumnya penggunaan kata “disabilitas” lebih dikenal dengan kata penyandang “cacat” (Pawestri, 2017). Penyandang cacat/disabilitas di Indonesia sendiri terbilang cukup banyak. Berdasarkan data dari hasil Survey Sosial Ekonomi Nasional (Susenas) yang dilaksanakan oleh Biro Pusat Statistik (BPS) tahun 2012 jumlah penyandang disabilitas di Indonesia adalah 6.008.661 orang yang terdiri dari disabilitas netra sebesar 1.780.200, disabilitas rungu wicara sebesar 472.855, disabilitas grahita/intelektual sebesar 402.817, disabilitas fisik/tubuh sebesar 616.387, disabilitas yang sulit mengurus diri sendiri 170.120, dan disabilitas ganda sebesar 2.401.592. Menurut *Economic and Social Commission for Asia and The Pacific (ESCAP) United Nations 2016* presentase klasifikasi distribusi penyandang disabilitas di Indonesia berdasarkan jenisnya yaitu disabilitas fisik berjumlah 10.3%, disabilitas visual sebesar 7.95%, disabilitas pendengaran sebesar 2.75%, disabilitas bicara sebesar 6.7%, disabilitas mengingat/konsentrasi sebesar 29.6%, disabilitas tidak bisa mengurus diri sendiri sebesar 2.8%, dan disabilitas ganda sebesar 40%. Berdasarkan presentase tersebut disabilitas fisik menempati nomor 3 tertinggi dari jenis-jenis disabilitas lainnya di Indonesia. Pada penelitian ini, difokuskan untuk penyandang disabilitas fisik saja (Purwanto, 2017)

Disabilitas fisik merupakan suatu gangguan pada tubuh seseorang yang bisa membatasi fungsi fisik salah satu anggota bagian tubuh manusia bahkan lebih dan juga mengganggu kemampuan sistem motorik seseorang. Gangguan tubuh dan juga sistem motorik ini dapat menyebabkan tidak maksimalnya penyandang disabilitas tersebut dalam melakukan kegiatan sehari-hari (Jacobus, et al., 2017). Seperti yang kita ketahui cacat tubuh atau disabilitas fisik ada beberapa macam diantaranya cacat kaki, cacat tangan, atau bisa keduanya.. Apabila terjadi kecacatan pada kedua anggota tubuh tersebut maka akan sulit untuk mengendalikan sesuatu secara mandiri misalnya mengontrol kursi roda elektronik, memilih menu pada monitor, dan lain sebagainya. Sedangkan pada penderita cacat tubuh hanya pada kaki atau tangan saja, maka mereka masih bisa mengontrol beberapa piranti elektronik tersebut dengan tangan atau kaki mereka sendiri.

Untuk mengontrol suatu alat elektronik biasanya seseorang dengan keadaan fisik normal menggunakan *remote*, *joystick*, *mouse* atau bisa juga dengan memencet tombol-tombol yang disediakan dalam alat tersebut. Namun untuk orang penyandang disabilitas fisik sangatlah tidak memungkinkan karena terbatasnya fisik yang dimilikinya. Seperti contohnya untuk mengontrol kursi roda elektronik, terkadang orang menggunakan *joystick*, ada juga yang menggunakan *remote* atau tombol-tombol yang ada di kursi roda elektronik tersebut. Namun orang yang mempunyai cacat fisik yang tidak bisa menggunakan kaki dan tangannya

memiliki keterbatasan untuk melakukan beberapa tersebut. Untuk bergerak, orang yang menyandang disabilitas fisik biasanya membutuhkan bantuan orang lain untuk membantunya. Hal ini akan membuat orang cacat susah untuk bergerak secara mandiri sehingga bergantung kepada orang lain karena keterbatasannya tersebut (Utaminingrum, , et al., 2017). Untuk mengatasi masalah tersebut beberapa kalangan dan berbagai bidang mengajukan beberapa solusi seperti penelitian yang dilakukan oleh (Ervand, et al., 2018) dengan judul “Pengembangan Sistem Deteksi Gerakan Kepala Sebagai Kontrol Pergerakan Kursi Roda Berbasis *Embedded System*” yang menggunakan *accelerometer* dan juga *gyroscope* yang ditaruh pada kepala sebagai alat kontrol kursi roda. Namun penelitian ini memiliki kelemahan yaitu tidak praktis, dimana pada kepala pengguna harus dipasangkan sensor-sensor seperti *gyroscope* dan *accelerometer* sehingga hal ini akan memberatkan penyandang disabilitas tersebut.

Oleh karena itu, penulis ingin mengusulkan solusi alternatif lainnya agar penyandang disabilitas tersebut tidak terberati atau terbebani dengan memasang sensor di kepalanya yaitu dengan memanfaatkan kamera saja yang terpasang lurus di depan kepala pengguna. Kamera tersebut akan mendeteksi gerakan kepala pengguna yaitu 4 gerakan (kanan, kiri, tegak, dan menunduk) berdasarkan analisis *bounding box*. Hasil klasifikasi pergerakan kepala nantinya sebagai kontrol *Lighting Emitting Diode* (LED). Karena sistem ini diimplementasikan pada sebuah *Lighting Emitting Diode* (LED) yang berjumlah dua. Namun diharapkan kedepannya sistem dapat diimplemetasikan diberbagai bidang seperti kedokteran yaitu sebagai kontrol kursi roda otomatis. Kelebihan sistem ini dibanding penelitian sebelumnya adalah penelitian ini tidak perlu memasang sensor-sensor pada tubuh *user*, sedangkan penelitian sebelumnya sensor dan *controller* dipasang pada kepala *user*.

1.2 Rumusan Masalah

Melihat dari identifikasi masalah diatas dapat dirumuskanlah suatu permasalahan antara lain :

1. Bagaimana kamera dapat mendeteksi warna kulit wajah ?
2. Bagaimana akurasi sistem dalam mendeteksi warna kulit wajah terhadap pengaruh jarak dan pencahayaan diwaktu tertentu (pagi, siang, dan malam) ?
3. Bagaimana akurasi sistem terhadap pergerakan kepala (kanan, kiri, tegak, dan menunduk) terhadap pengaruh jarak dan pencahayaan diwaktu tertentu (pagi, siang, dan malam) ?
4. Berapa lama rata-rata waktu komputasi yang dibutuhkan untuk melakukan masing-masing gerakan?
5. Bagaimana integrasi perangkat lunak dan perangkat keras?

1.3 Tujuan

Tujuan pada penelitian ini yaitu:

1. Sistem mampu mendeteksi warna kulit wajah.
2. Sistem mampu mengetahui akurasi sistem dalam mendeteksi warna kulit wajah.
3. Sistem mampu mengetahui akurasi sistem terhadap pergerakan kepala.
4. Sistem dapat mengetahui waktu komputasi yang dibutuhkan untuk masing-masing pergerakan kepala.
5. Sistem dapat mengintegrasikan perangkat keras dan perangkat lunak.

1.4 Manfaat

1. Dapat mendeteksi warna kulit wajah.
2. Dapat mengetahui akurasi dalam mendeteksi warna kulit wajah.
3. Dapat mengetahui akurasi dalam mendeteksi gerakan kepala.
4. Dapat mengetahui berapa lama waktu komputasi tiap sekali gerakan.
5. Dapat mengetahui akurasi integrasi perangkat keras dengan perangkat lunak.

1.5 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang terdapat pada penelitian ini, yaitu meliputi :

1. Pengujian dilakukan didalam ruangan dengan waktu pagi (107 sampai 602 lux), siang (600 sampai 1153 lux), dan malam (18 sampai 110 lux).
2. Pengujian diimplementasikan pada *prototype* LED.
3. *Image* citra kepala yang akan dianalisa adalah citra kulit wajah.
4. Kamera berada lurus didepan muka pengguna dengan jarak 50 cm, 75 cm, 100 cm, dan 125 cm.
5. Sistem mendeteksi 4 gerakan kepala yaitu menunduk, tegak, miring kiri, miring kanan.
6. Pengujian dilakukan didalam ruangan dengan cahaya.
7. Sistem mendeteksi warna kulit Indonesia.
8. Sistem mendeteksi satu kepala.
9. Warna *background* diluar warna kulit.

1.6 Sistematika Pembahasan

BAB I PENDAHULUAN

Bab I dijelaskan latar belakang, identifikasi masalah, rumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, batasan dari ruang lingkup dari penelitian ini dan kemudian sistematika penulisan laporan dari penelitian dan jadwal dilaksanakan penelitian ini .

BAB II LANDASAN KEPUSTAKAAN

Bab II menjelaskan teori yang akan melandasi adanya penelitian ini dan pada bab Landasan Kepustakaan dicantumkan penelitian sebelumnya yang mendasari terjadinya penelitian ini.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab III dibahas tentang langkah-langkah kerja yang dilakukan pada proses penelitian yaitu studi literatur, kemudian dilakukan sebuah analisis kebutuhan sistem, yang akan diimplementasi serta pengujian seperti apa yang akan dilakukan.

BAB IV REKAYASA KEBUTUHAN

Bab IV akan dibahas tentang metode penelitian yang memaparkan kebutuhan dari penelitian ini. Antar lain kebutuhan itu adalah kebutuhan non-fungsional, fungsional, serta dari pengguna.

BAB V PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI

Bab V akan dibahas perancangan serta implementasi dari penelitian ini dengan memaparkan perancangan dari sistem yang dibuat, dan mengimplementasikan rancangan sistem yang sudah dirancang. Pada pengimplementasikan rancangan sistem ini akan dilakukan sampai sesuai dengan rancangan dan mampu bekerja sesuai tujuan awal.

BAB VI PENGUJIAN DAN ANALISIS

Bab VI akan membahas hasil dari pengujian dari sistem yang telah diimplementasikan, dan proses selanjutnya yaitu setelah sistem diimplementasikan adalah menguji dan menganalisis apakah sistem sudah bekerja sesuai yang diharapkan dan tujuan atautkah masih terdapat kendala. Serta dilakukan untuk menganalisis keakurasian dan kecepatan dari sistem yang telah dirancang.

BAB VII PENUTUP

Pada Bab VII adalah penutup bagi penelitian ini, yang memaparkan kesimpulan serta hasil dari penelitian yang sudah dilakukan.

BAB 2 LANDASAN KEPUSTAKAAN

2.1 Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka terdiri dari beberapa jurnal yang dijadikan referensi oleh penulis untuk mendukung penelitian. Beberapa penelitian sebelumnya yang terdapat dalam jurnal atau paper ini, penulis dapat mengerti tentang perkembangan penelitian yang serupa serta dapat ditemukan hasil penelitian yang relevan sehingga mendukung penelitian ini.

Pada penelitian yang dilakukan oleh (Ervand, et al., 2018) berjudul “Pengembangan Sistem Deteksi Gerakan Kepala Sebagai Kontrol Pergerakan Kursi Roda Berbasis *Embedded System*” peneliti membuat sebuah alat untuk mengendalikan kursi roda dengan menggunakan sensor *accelerometer* dan juga *gyroscope* yang dipasang pada kepala penyandang cacat fisik. Kekurangandan dari sistem ini adalah sensor-sensor yang diletakkan di kepala akan mengganggu atau memberati bagi penyandang cacat fisik.

Pada penelitian yang dilakukan oleh (Kaur & Singh, 2016) yang berjudul “*Enhancement of YCbCr Algorithm for Skin Color Segmentation*”. Pada penelitian menjelaskan nilai warna *threshold YCbCr* untuk kulit wajah adalah *Y* lebih besar dari 80 nilai ambang, nilai *Cb* terletak antara 85 hingga 135 dan nilai *Cr* terletak pada 135 hingga 180. Namun *range* tersebut hanya bekerja untuk kulit wajah kaukasia/berkulit putih dan tidak cocok untuk semua jenis kulit. Karena itu peneliti ini mengusulkan nilai warna kulit yang lebih optimal yaitu *Cr* antara 132 sampai 173 dan *Cb* dari 76 sampai 126. *Y* pada *YCbCr* menunjukkan komponen *luminance* atau pencahayaan sedangkan *Cr* dan *Cb* adalah nilai *chrominance* dari kulit manusia.

Pada penelitian yang dilakukan oleh (Priandani, et al., 2017) yang berjudul “*Real Time Advance Head Movement Recognition for Application Controller Based On Android Internal Gyroscope Sensor*”. Pada penelitian ini menggunakan sensor *Gyroscope* internal yang berada pada Andorid. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah algoritme *Nearest-Neighbor*. Gerakan yang dilakukan sebanyak 6 gerakan yaitu keatas, bawah, fleksi lateral kiri, fleksi lateral kanan, rotasi kanan, dan rotasi kiri. Perancangan *hardware* pada penelitian ini menggunakan *dummy* HMD yang diletakkan dikepala *user*. Kelemahan dari penelitian ini adalah *dummy* HMD diletakkan dikepala user dan mengganggu user.

2.2 Dasar Teori

Pada bagian dasar teori, berisi referensi yang berupa teori-teori yang berhubungan dibutuhkan dalam penelitian ini diantaranya penjelasan tentang kamera *Logitech C310*, *morphological image filtering*, Mikrokontroler *Raspberry pi 3*, *Library OpenCV*, *LED*, *computer vision*, *Bounding Box*, Konversi Warna Pada Citra Digital, Membentuk Ellips Pada Deteksi Kepala.

2.2.1 Raspberry pi 3

Raspberry Pi 3 adalah salah satu mini komputer yang mempunyai *port input output* seperti *board microcontroller* lainnya. Raspberry Pi dikembangkan oleh Raspberry Pi Foundation di UK untuk dipergunakan oleh pendidikan ilmu komputer. Kelebihan Raspberry Pi 3 dibanding dengan mikrokontroler lainnya adalah Raspberry Pi memiliki *port* atau koneksi untuk *display* seperti TV, Monitor PC, serta memiliki *port* untuk USB untuk *keyboard*, *mouse*, kamera dan lain-lain. Pada Raspberry Pi 3 jika mengoprasikannya dibutuhkan *Operating System* (OS) contoh OS : windows, linux, mac, Unix dst) yang dijalankan dari SD card pada *board* Raspberry Pi 3. OS yang banyak digunakan pada Raspberry Pi 3 adalah Raspbian karena OS ini populer karena kinerja yang cepat dan dukungan untuk lebih dari 35 ribu paket yang tersedia (Chandana, et al., 2015). Pada Tabel 2.1 adalah spesifikasi dari Raspberry Pi 3.

Tabel 2.1 Spesifikasi Raspberry Pi 3

Prosesor	<i>Quad Core 1.2 GHz 64 bit CPU</i>
RAM	1 GB LPDDR2 (900 MHz)
SoC	<i>Broadcom BCM2837</i>
CPU	4 × ARM Cortex-A53 , 1.2GHz
GPU	<i>Broadcom Video Core IV</i>
<i>Networking</i>	10/100 Ethernet kecepatan 2.4 GHz 802.11n <i>wireless</i>
<i>Bluetooth</i>	Bluetooth v4.1 <i>Classic (Low Energy)</i>
<i>Storage</i>	microSD
GPIO	40-pin <i>header, populated</i>
<i>Port</i>	<i>HDMI, 3.5mm analogue audio-video jack, 4x USB 2.0, Ethernet, Camera Serial Interface (CSI), Display Serial Interface (DSI)</i>



Gambar 2.1 Raspberry Pi 3

(Sumber : (Foundation, n.d.))

2.2.2 Disabilitas Fisik

Disabilitas fisik merupakan suatu gangguan pada tubuh seseorang yang bisa membatasi fungsi fisik salah satu anggota bagian tubuh manusia bahkan lebih dan juga mengganggu kemampuan sistem motorik seseorang. Gangguan tubuh dan juga sistem motorik ini dapat menyebabkan tidak maksimalnya penyanggand disabilitas tersebut dalam melakukan kegiatan sehari-hari. (Jacobus, et al., 2017)



Gambar 2.2 Disabilitas Fisik

(Sumber : (Pramesti, 2016))

2.2.3 *Lighting Emitting Diode (LED)*

LED (*Lighting Emitting Diode*) merupakan keluarga dari dioda yang terbuat dari bahan semikonduktor. LED dapat memancarkan cahaya monokromatik ketika diberi tegangan maju. Warna-warna yang dipancarkan tergantung dari jenis semikonduktor yang digunakan. Cara kerja LED adalah LED akan memancarkan cahaya ketika diberi tegangan maju (*bias forward*) dari anoda menuju ke katoda.

LED mempunyai nilai tegangan rusak yang cukup rendah. Karakteristik LED pada umumnya sama seperti dioda lainnya hanya saja butuh tegangan tertentu untuk beroperasi. Walaupun LED diberi tegangan maju tetap akan mengalami kerusakan jika tegangannya terlalu besar (Saputro, et al., 2013).



Gambar 2.3 LED

(Sumber: (Iklanvideotron, 2015))

2.2.4 Kamera Logitech C310

Kamera adalah alat yang digunakan untuk menangkap suatu objek dan menjadikannya dalam bentuk gambar. Kamera yang digunakan pada penelitian ini adalah kamera Logitech C310. Spesifikasi kamera Logitech C310 yaitu memiliki resolusi sebesar 1280 x 720 piksel, antar muka USB 2.0, rasio dari *stream* video sebesar 30 spf. (Kadmiri, et al., 2012).



© Bhinneka.Com

Gambar 2.4 Kamera Logitech C310

(Sumber : (Bhinnekaners, 1993))

2.2.4 Library OpenCV

OpenCV merupakan kepanjangan dari *Open Computer Vision* yaitu *library* yang *open source* yang dikhususkan untuk *image processing*. Keuntungan yang dimiliki OpenCV yaitu menjadi kerangka *multi-platform*, mendukung Windows dan

Linux, Mac OS X (Derisma, 2016). *Library* ini memiliki 2500 lebih algoritme optimal yang mencakup sekumpulan algoritme *computer vision* dan pembelajaran mesin klasik ataupun terkini. Beberapa algoritme yang digunakan pada proses *computer vision* yaitu mendeteksi dan mengenali wajah, mengidentifikasi objek, klasifikasi tindakan manusia pada video, melacak pergerakan kamera, melacak objek yang bergerak, mengikuti gerak mata, ekstrak model 3D dari objek, dan lain sebagainya. (Toba, et al., 2014).

2.2.5 Computer Vision

Computer vision merupakan ilmu yang mempelajari tentang penggunaan *image processing* untuk membuat keputusan berdasarkan citra yang didapat. *Computer vision* bertujuan untuk membangun sebuah mesin pintar yang dapat melihat. Hal yang dapat dilakukan oleh *computer vision* yaitu proses akuisisi citra, prapemrosesan, ekstraksi fitur, deteksi, atau segmentasi citra, pemrosesan tingkat tinggi, dan terakhir pengambilan keputusan. (Toba, et al., 2014)

2.2.6 Morphology Image Filter

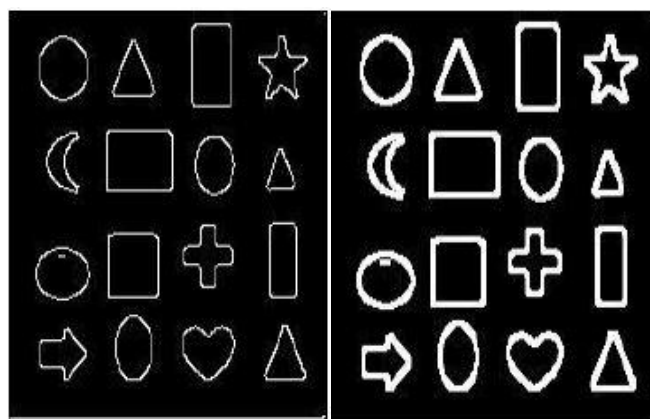
Morphology merupakan sekumpulan data dua dimensi yang terbentuk dari sebuah citra digital yang mengandung rangkaian piksel-piksel. Suatu persamaan matematika pada piksel dapat meningkatkan aspek dari bentuk dan struktur citra digital sehingga dapat mudah dikenali. Operasi pada morfologi menggunakan 2 *input*, yaitu citra biner dan suatu kernel atau struktur elemen (matrik yang berukuran kecil). Pada *morphology image processing* terdapat 4 operasi dasar yaitu erosi, dilasi, *closing*, dan *opening*. (Primahayu, et al., 2017)

2.2.6.1 Dilasi

Dilasi adalah proses penebalan atau penambahan piksel sesuai dengan struktur elemennya (SE). Dilasi dapat diterapkan pada citra biner dan juga citra *grayscale*. Dilasi A oleh B dapat dinyatakan dalam Persamaan 2.1.

$$A \oplus B = \{z \mid (B)z \cap \neq \emptyset\} \quad (2.1)$$

Pada **Persamaan 2.1** ini didasarkan perefleksian B terhadap originnya, untuk pergeseran refleksi oleh z . Dilasi A oleh B adalah himpunan semua *displacement* z , dimana B dan A *overlap* paling sedikit 1 elemen. (Mirnasari & Adi, 2013)



(A)

(B)

Gambar 2.5 (a) gambar asli dan (b) hasil proses dilasi

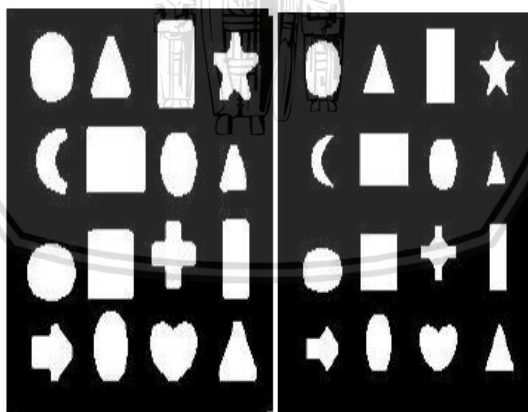
(Sumber : (Chudasama, et al., 2015))

2.2.6.2 Erosi

Erosi adalah kebalikan dari dilasi yaitu pengikisan atau mengurangi piksel sesuai dengan struktur elemennya. Erosi dapat diterapkan pada citra biner dan juga citra *grayscale*. Erosi A oleh B dapat dinyatakan dalam Persamaan 2.2:

$$A \ominus B = \{z \mid (B)z \subseteq A\} \quad (2.2)$$

Pada **Persamaan 2.2** menunjukkan persamaan erosi A oleh B merupakan kumpulan titik dari translasi B oleh z didalam isi A . Pada persamaan ini B adalah struktur elemen. (Mirnasari & Adi, 2013)



(A)

(B)

Gambar 2.6 (A) gambar asli dan (B) hasil dari Erosi

(Sumber : (Chudasama, et al., 2015))

2.2.6.3 Opening

Opening adalah proses erosi yang kemudian hasil dari erosi dilakukan proses dilasi. *Opening* sendiri digunakan untuk menghaluskan kontur objek dan juga menghilangkan seluruh piksel-piksel pada area yang terlalu kecil untuk

ditempati oleh elemen *mask*. Proses *opening* dapat membuat bagian tepi menjadi halus. **Persamaan 2.3** adalah persamaan matematika proses *opening* sebagai berikut : (Nugroho, 2017)

$$A \circ B = (A \ominus B) \oplus B \quad (2.3)$$

2.2.6.4 Closing

Closing adalah kebalikan dari *opening* yaitu dengan melakukan dilasi dahulu kemudian hasil dari dilasi akan dilakukan proses erosi. Kegunaan dari proses *closing* adalah menghaluskan kontur dan juga menghilangkan lubang-lubang kecil pada objek yang teridentifikasi. **Persamaan 2.4** adalah persamaan matematika proses *closing* : (Nugroho, 2017)

$$A \circ B = (A \oplus B) \ominus B \quad (2.4)$$

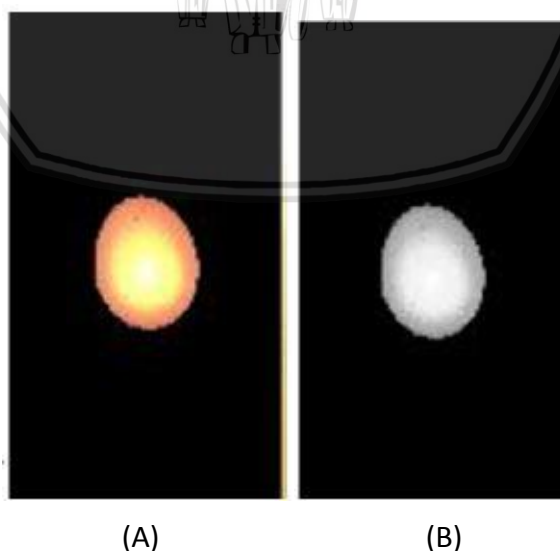
2.2.7 Konversi Warna Pada Citra Digital

Konversi warna pada citra digital ada bermacam-macam yaitu RGB to *Grayscale*, RGB to YCbCr.

2.2.7.1 RGB to Grayscale

Grayscale adalah jenis *color-space* yang hanya memiliki 1 nilai intensitas dalam setiap piksel. *Grayscale* menunjukkan tingkat keabuan piksel. Representasi untuk *grayscale* adalah hitam ke putih. Hitam direpresentasikan dengan angka 0/0 atau intensitas terendah dan putih dipresentasikan dengan intensitas tinggi yaitu 1/255. **Persamaan 2.5** adalah persamaan matematika untuk menghitung nilai *grayscale*: (Nurcahyani & Saptono, 2015)

$$Grayscale = \frac{R + G + B}{3} \quad (2.5)$$



Gambar 2.7 (a) adalah Citra RGB dan (b) adalah Citra *Grayscale*

(Sumber : (Sidiq & Irmawati, 2016))

2.2.7.2 RGB to YCbCr

Warna YCbCr banyak digunakan pemrosesan gambar, citra video dan lain-lain. YCbCr terdiri dari 3 komponen yaitu Y yang mempresentasikan luminance/pencahayaan, Cr adalah perbedaan antara komponen biru dan nilai referensinya dan Cb adalah perbedaan antara komponen merah dan nilai referensinya. Cr dan Cb sebagai informasi warnanya. Komponen Y memiliki 8-bit nominal yang direpresentasikan dari 16-235, sedangkan Cr dan Cb dari 16-240. Berikut adalah persamaan matematika untuk mencari mengonversi RGB ke YCbCr: (Basilio, et al., 2011)

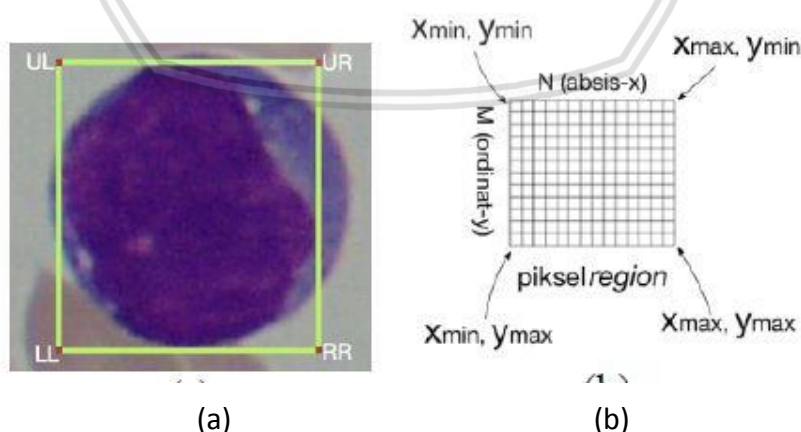
$$\begin{bmatrix} Y \\ Cb \\ Cr \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 16 \\ 128 \\ 128 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 65.481 & 123.553 & 24.966 \\ -37.797 & -74.203 & 112 \\ 112 & -93.786 & -18.214 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \quad (2.6)$$

2.2.8 Deteksi Warna Kulit

Ambang batas warna kulit manusia dalam YCbCr adalah Cr antara 132 sampai 173 dan Cb dari 76 sampai 126 . Y pada YCbCr menunjukkan komponen *luminance* atau pencahayaan sedangkan Cr dan Cb adalah nilai *chrominance* dari kulit manusia. Menggunakan citra warna YCbCr karena YCbCr dalam berbagai kondisi memiliki tumpang tindih yang kecil antar warna kulit manusia dan juga warna RGB dan YCbCr adalah linear (Kaur & Singh, 2016).

2.2.9 Bounding Box

Bounding box merupakan kotak imajiner yang mengelilingi objek yang teridentifikasi. *Bounding box* sendiri berbentuk kotak yang dimana besarnya sama seperti besar objek yang teridentifikasi tersebut. Untuk membuat *bounding box* sendiri menggunakan koordinat piksel objek *upper-left(UL)*, *upper-right(UR)*, *lower-left(LL)*, dan *lower-right(LR)*. (Mandiyartha & Fatichah, 2016)



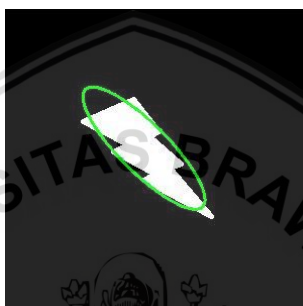
Gambar 2.8 Ilustrasi *Bounding Box*

Pada gambar 2.8 a menunjukkan objek yang ter*bounding box* dan untuk b menggambarkan ilustrasi nilai untuk membuat *bounding box* dengan menggunakan

nilai-nilai yang diambil dari *UL*, *UR*, *LL*, dan *LR*. Pada gambar tersebut *Xmin* nilai kolom awal dan *Xmax* adalah nilai kolom paling kanan dari objek yang teridentifikasi. Sedangkan *Ymin* adalah nilai baris paling atas dan *Ymin* adalah baris paling bawah dari objek yang teridentifikasi.

2.2.10 Membentuk *Ellips* pada Deteksi Kepala

Dalam membuat ellips pada kepala menggunakan *function* yang terdapat pada OpenCv yaitu *fitEllipse()* dan *cv2.ellipse(img,ellipse,(0,255,0),2)*. Parameter yang digunakan adalah variabel yang terdapat pada *Contour*. Untuk membuat ellips maka harus membuat *bounding box* terlebih dahulu. Setelah *bounding box* lalu membuat ellips dari *bounding box* tersebut menggunakan *function* yang terdapat pada OpenCV. (Kumar, et al., 2015)



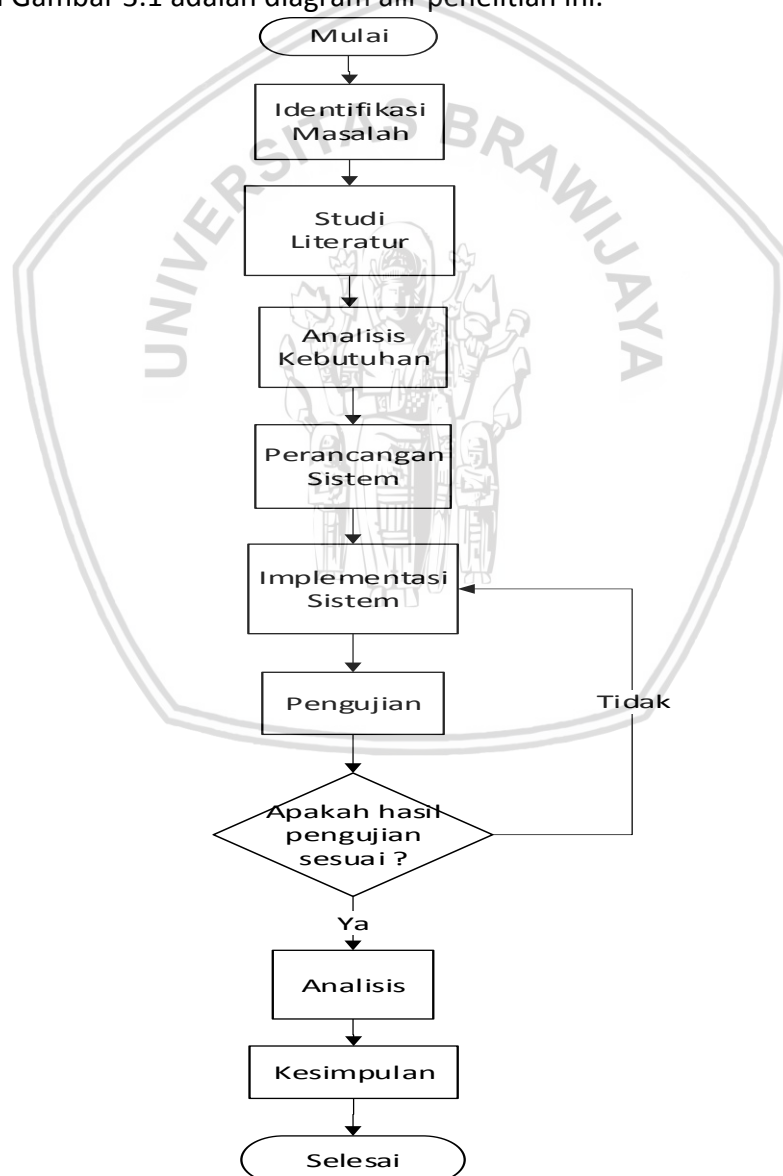
Gambar 2.9 Ellipse

(Sumber : (openCV, 2015))

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian merupakan alur yang dikerjakan pada penelitian ini. Langkah awal yang dilakukan adalah identifikasi masalah kemudian melakukan studi literatur yang berisi tinjauan pustaka yang berisi dasar teori dan penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan penelitian ini. Penelitian ini bersifat implementatif sehingga dibutuhkan rekayasa kebutuhan yaitu kebutuhan fungsional dan non fungsional. Kemudian setelah melakukan rekayasa kebutuhan maka yang dilakukan setelah itu adalah perancangan dan implementasi sistem. Setelah melakukan perancangan dan implementasi maka dilakukan pengujian untuk menguji apakah perancangan dan implementasi yang dilakukan membuat sistem berjalan dengan baik.

Pada Gambar 3.1 adalah diagram alir penelitian ini.



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.1 Tipe Penelitian

Tipe penelitian ini adalah implementatif dan juga pengembangan. Penelitian ini diimplementasikan pada sebuah LED merah dan juga kuning sebagai *output* dari sistem. penelitian ini juga termasuk pengembangan karena mengembangkan yang telah ada sebelumnya yaitu penelitian yang dilakukan oleh (Ervand, et al., 2018).

3.2 Partisipan dan Lokasi

Pada Penelitian ini menggunakan 8 partisipan yaitu hamim, linda, oggy, syahriel, ida, lita, mila, dan juga oggy. Untuk lokasi penelitian yaitu didalam rumah dengan kondisi cahaya dapat memasuki ruangan.

3.3 Studi Literatur

Studi literatur berisi tentang referensi atau panduan dalam melakukan penelitian. Referensi ini berisi berbagai bidang ilmu yang berhubungan dengan pembuatan "Deteksi gerakan kepala berdasarkan analisis *bounding box* pada citra digital berbasis Raspberry Pi", diantara lain:

1. Raspberry Pi 3
Studi literatur ini terkait dengan pengertian dan spesifikasi raspberry Pi 3
2. LED
Studi literatur ini terkait dengan pengertian LED
3. Kamera Logitech C310
Studi literatur ini terkait dengan spesifikasi Kamera Logitech C310
4. *Library* OpenCV
Studi literatur ini terkait dengan pengertian dan kegunaan *Library* OpenCV
5. *Computer Vision*
Studi literatur ini terkait dengan pengertian dan kegunaan *computer vision*
6. *Morphology image filtering*
Studi literatur ini terkait dengan pengertian dan macam-macam operasi pada *Morphology Image filtering*
7. Konversi Warna pada Citra digital
Studi literatur ini terkait macam-macam konversi warna pada citra digital
8. Deteksi Warna Kulit
Studi literature ini terkait dengan penjelasan nilai YCbCr kulit wajah.
9. *Bounding Box*
Studi literatur ini terkait dengan cara membuat *bounding box* manual dan pengertian *bounding Box*
10. Membentuk Ellips pada Deteksi Kepala
Studi literatur ini terkait dengan bagaimana membuat ellips pada deteksi kepala.

3.4 Analisis Kebutuhan

Analisis kebutuhan dibutuhkan untuk mempermudah dalam melakukan perancangan dan implementasi sistem ini. Rekayasa kebutuhan dibagi menjadi 4

macam yaitu gambaran umum sistem, kebutuhan sistem, kebutuhan perangkat keras, dan kebutuhan perangkat lunak.

3.4.1 Kebutuhan Sistem

Berikut adalah Beberapa kebutuhan sistem untuk perancangan dan impementasi:

1. Kamera Logitech C310 harus mampu mendeteksi warna kulit wajah manusia dan pergerakan kepala.
2. Raspberry Pi 3 mampu memproses hasil deteksi dari kamera Logitech C310 hingga menghasilkan *output*.

3.4.2 Kebutuhan Perangkat Keras

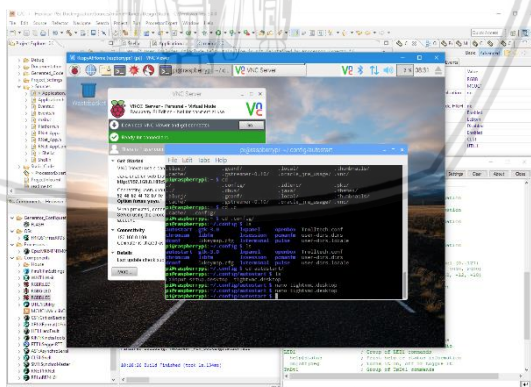
Kebutuhan perangkat keras yaitu meliputi:

1. 1 PC
2. 1 Raspberry Pi 3
3. 1 kamera Logitech C310
4. 2 LED
5. Resistor 220 Ohm
6. Tripod
7. Jumper , kabel LAN
8. *Project Board*

3.4.3 Kebutuhan Perangkat Lunak

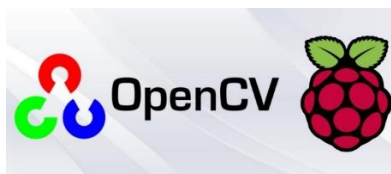
Kebutuhan perangkat lunak yaitu :

1. VNC Viewer



Gambar 3.2 VNC Viewer

2. *Library OpenCV*

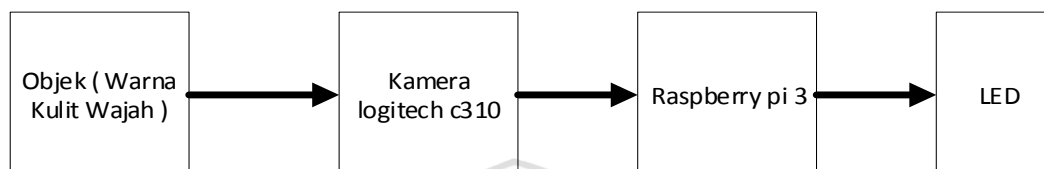


Gambar 3.3 OpenCV

3. Bahasa c untuk pemrograman Python 3.5

3.5 Perancangan Sistem

Perancangan sistem berisi tentang penjelasan perangkat yang digunakan beserta spesifikasinya dan juga diagram blok yang menjelaskan sistem secara keseluruhan. Pada perancangan ini menggabungkan komponen-komponen sehingga menjadi satu kesatuan untuk mendeteksi pergerakan kepala. Pada Gambar 3.4 adalah gambar diagram blok sistem.



Gambar 3.4 Diagram Blok Sistem Secara Umum

Berdasarkan Gambar 3.4 menunjukkan bahwa kamera akan menangkap objek yaitu warna kulit wajah kemudian kamera akan mengirim pada Raspberry Pi 3 untuk memproses hasil dari *capture* kamera sehingga menghasilkan beberapa klasifikasi dengan *output* LED.

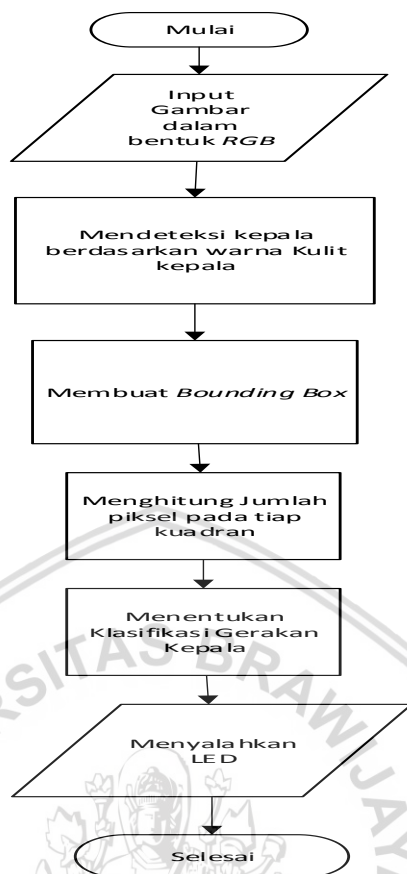
Pada proses ini menggunakan *image processing* untuk mendeteksi kepala dengan menggunakan warna kulit wajah sebagai parameternya. *Image processing* nantinya akan memproses hasil dari *capture* gambar dalam bentuk RGB menjadi gambar dalam bentuk biner dan mengklasifikasikan pergerakan kepala.

3.6 Implementasi

Tahap implementasi adalah tahap untuk merakit sistem pendeteksi gerakan kepala. Tahap-tahap pada implementasi sistem ini adalah:

1. Implementasi Raspberry Pi 3 dengan kamera Logitech C310 untuk mendeteksi warna kulit wajah.
2. Implementasi *image processing* untuk pengolahan data dari objek yang dideteksi.
3. Implementasi analisis *bounding box* untuk mengklasifikasi gerakan kepala.

Flowchart pada tahap implementasi dapat dilihat pada Gambar 3.5



Gambar 3.5 Flowchart Sistem

3.7 Pengujian dan Analisis

Pada tahap pengujian dan analisis menguji beberapa subsistem yang terdapat pada sistem. Subsistem yang diuji yaitu kesesuaian sistem pada saat merekam dan mengambil dengan meng-*capture object* gambar berupa kepala dan pengolahan *object* gambar dengan *Image Processing*. Pengujian yang dilakukan pada sistem ini yaitu:

1. Melakukan pengujian kemampuan fungsional Raspberry Pi 3 dengan kamera Logitech c310
2. Melakukan pengujian pengolahan objek gambar dan proses *image processing* dengan membedakan antara kulit manusia dengan benda lainnya atau bukan kulit manusia
3. Melakukan pengujian sistem dalam melakukan pemilihan data sehingga tidak terjadi redundansi data.

Dari pengujian di atas, analisis dilakukan sebagaimana untuk menyempurnakan metode pada sistem, sehingga metode dapat berjalan secara maksimal pada sistem. Dari pengujian juga akan berdampak pada penelitian tentang *Image Processing* yang akan menjadi keakuratan dalam pengolahan data.

3.8 Pengambilan Kesimpulan dan Saran

Dalam tahap ini, merupakan tahapan terakhir dalam penelitian ini. Pengambilan kesimpulan diambil berdasarkan uji coba sistem yang telah dilakukan. Tahap ini juga akan membahas tentang seberapa akurat metode analisis *bounding box* yang telah diterapkan untuk melakukan deteksi, Serta dapat menghasilkan saran untuk membuat sistem yang dilakukan peneliti dapat agar lebih baik ke depannya.



BAB 4 REKAYASA KEBUTUHAN

4.1 Gambaran Umum Sistem

Gambaran umum untuk deteksi gerakan kepala berdasarkan analisis *bounding box* pada citra digital berbasis Raspberry Pi adalah mendeteksi pergerakan kepala untuk penyandang disabilitas fisik sebagai kontrol suatu alat yang dimana dalam penelitian ini diimplementasikan pada sebuah LED. Terdapat 4 gerakan kepala yang akan dideteksi yang nantinya diproses menggunakan proses *image processing* dan akan menghasilkan sebuah keluaran yaitu kontrol LED dengan 4 macam *output*.

4.1.1 Tujuan

Tujuan dari Sistem ini yaitu mendeteksi gerakan kepala menggunakan *image processing*. Pergerakan Kepala akan ter-*capture* oleh sebuah kamera yang berada lurus didepan kepala pengguna yang nantinya data dari hasil kamera akan diproses dengan proses pengolahan citra. Apabila objek terdeteksi pergerakan kepala maka sistem akan mengeluarkan sebuah *output* yaitu kontrol LED.

4.1.2 Kegunaan

Kegunaan dari sistem ini adalah membantu para penyandang disabilitas fisik dalam mengontrol alat. Alat ini diharapkan dapat mempermudah penyandang disabilitas dalam mengontrol atau menggerakkan suatu alat yang biasanya dikontrol menggunakan *smartphone*, *joystick*, atau *remote* kontrol.

4.1.3 Karakteristik Penggunaan

Pengguna sistem bertindak sebagai objek yang ter-*capture* oleh kamera yang berada lurus di depan pengguna.

4.1.4 Lingkungan Operasi

Beberapa persyaratan kebutuhan lingkungan yang mendukung sistem yaitu:

1. Pengambilan citra ketika mendeteksi kepala pada bagian kulit wajah
2. Pengambilan citra dilakukan pada ruangan dengan waktu pagi (107 sampai 602 lux), siang (600 sampai 1153 lux), dan malam (18 sampai 110 lux).
3. Kamera berada lurus didepan pengguna dengan jarak 50 cm, 75 cm, 100 cm, 125 cm.

4.2 Analisis Kebutuhan Sistem

Pada analisis kebutuhan sistem menjelaskan apa saja kebutuhan yang diperlukan dalam sistem. Analisis kebutuhan sistem terdiri dari kebutuhan fungsional dan non fungsional. Kebutuhan tersebut akan dianalisis sesuai kebutuhan sistem untuk mempermudah dalam mendesain dan mengimplementasikan sistem.

4.2.1 Kebutuhan Fungsional

1. Kamera Logitech C310 untuk meng*capture* gambar

Kamera Logitech C310 digunakan untuk meng*capture* gambar. Gambar yang diambil dalam bentuk RGB.

2. Raspberry Pi 3 digunakan untuk memproses data hasil *capture* kamera

Raspberry Pi 3 digunakan untuk memproses data hasil dari *capture* kamera. Data yang diambil adalah hasil dari deteksi kepala pada bagian kulit wajah.

3. Sistem dapat melakukan proses pengolahan citra digital

Untuk mendeteksi gerakan kepala dibutuhkan proses pengolahan citra. Pengolahan citra pada sistem ini dimulai dengan mengkonversi citra RGB ke YCbCr kemudian *threshold* menggunakan warna YCbCr kulit wajah untuk membedakan kulit wajah dan *non* kulit wajah. Kemudian melakukan proses morfologi untuk membuat hasil dari *threshold* lebih sempurna. Setelah itu melakukan proses pencarian kontur dengan membuat *bounding box* lalu membuat hasil dari morfologi menjadi bentuk ellips agar lebih gampang untuk menentukan klasifikasi pergerakan.

4. Sistem dapat mendeteksi gerakan kepala

Tahap ini sangat berpengaruh pada hasil *output*. Karena jika terjadi kesalahan pada pendeteksian gerakan maka *output* yang dihasilkan juga akan salah. Sistem ini harus mendeteksi 4 pergerakan dengan *output* juga 4 macam.

5. Sistem dapat menghasilkan sebuah *output* yaitu kontrol LED

Setelah sistem mendeteksi gerakan maka langkah selanjutnya adalah klasifikasi pergerakan dan juga *output*. *Output* dari sistem ini adalah kontrol LED dengan 4 macam keluaran yang mempresentasikan 4 gerakan kepala.

4.2.2 Kebutuhan *Non* Fungsional

Kebutuhan *non* fungsional pada sistem ini adalah menggunakan resolusi kamera sebesar 360x360 piksel untuk mempercepat waktu proses pengolahan citra.

4.2.3 Kebutuhan Antarmuka Perangkat Lunak

Kebutuhan antarmuka dalam sistem ini adalah:

1. Raspbian Operasi Sistem

Sistem operasi yang digunakan ada Raspberry Pi 3 adalah raspbian Jessie.

2. Windows 7 Operasi Sistem

Sistem operasi yang digunakan pada komputer peneliti adalah windows 7.

3. *Library* OpenCV 2.4.13

Library OpenCV ini digunakan untuk proses pengolahan citra.

4. Python 3.5

Bahasa pemrograman yang digunakan pada penelitian ini adalah python 3.5.

5. VNC Viewer

VNC Viewer digunakan untuk mengontrol Raspberry pi 3 pada laptop.

4.2.4 Kebutuhan Antarmuka Perangkat Keras

Beberapa kebutuhan antarmuka perangkat lunak yang dibutuhkan pada sistem ini yaitu:

1. Perangkat komputer

Komputer digunakan untuk menampilkan hasil dari pengolahan citra dan media untuk mengontrol Raspberry Pi 3.

Jenis perangkat = Laptop Asus

Prosesor = Intel(R) Core(TM) i3-4030U CPU

Sistem Operasi = Windows 7 *Ultimate* 64-bit

2. Kamera Logitech C310

Kamera ini digunakan untuk *capture* objek yaitu kepala pengguna bagian kulit wajah.

3. Raspberry Pi 3.

Raspberry Pi 3 digunakan sebagai *processing unit*, yaitu memproses data hasil *capturing* kamera dan proses mengeluarkan *output* berupa kontrol pada LED.

4. LED

LED pada sistem ini digunakan untuk mempresentasikan hasil *output* dari sistem.

4.3 Batasan Desain Sistem

Dalam pembuatan sistem deteksi gerakan kepala berdasarkan analisis *bounding box* pada citra digital berbasis Raspberry Pi terdapat beberapa batasan. Adapun batasan-batasan sistem ini sebagai berikut.

1. Menggunakan kamera Logitech C310 untuk *capture* objek.
2. Menggunakan Raspberry Pi 3 sebagai mengolah data.
3. Menggunakan *Library* OpenCV sebagai pengolahan citra.

4. Sistem ini diimplementasikan pada sebuah LED
5. Pembahasan difokuskan pada keakurasian sistem untuk mendeteksi gerakan kepala.
6. Sistem hanya untuk mendeteksi kepala.



BAB 5 PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI

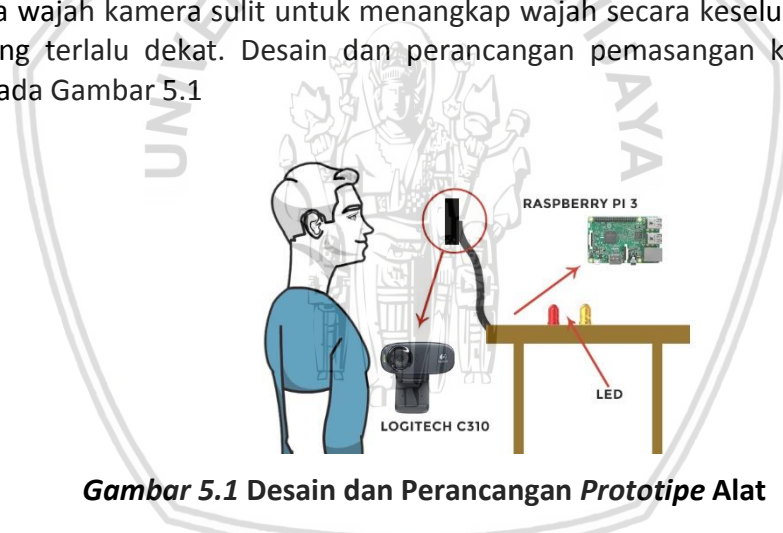
Pada perancangan dan implementasi ini membahas mengenai penerapan dan analisis kebutuhan sehingga menjadi kesatuan sistem yang utuh.

5.1 Perancangan Sistem

Pada bab perancangan akan dilakukan beberapa perancangan yang pertama perancangan perangkat keras yang terdiri dari pemasangan kamera, pemasangan LED. Kemudian yang kedua adalah perancangan perangkat lunak.

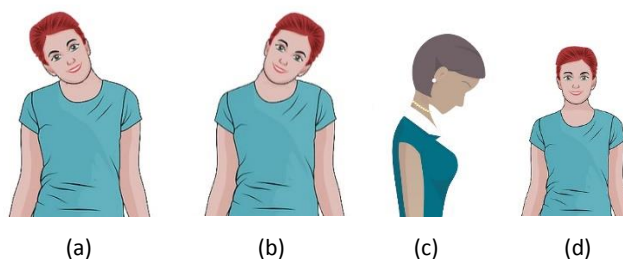
5.1.1 Perancangan *Prototype* Alat Deteksi Pergerakan Kepala

Pada perancangan ini diperlukan perhatian pada peletakkan kamera agar kamera dapat mendeteksi gerakan kepala sesuai keinginan sistem. Untuk perancang pemasangan kamera menggunakan aplikasi photoshop sebagai aplikasi untuk membuat desain sistemnya. Pada desain ini kamera diletakkan lurus di depan kepala menggunakan tripod agar wajah pengguna terdeteksi dengan maksimal. Untuk jarak minimal yang digunakan adalah 50 cm, jika kurang dari 50 cm maka wajah kamera sulit untuk menangkap wajah secara keseluruhan karena jarak yang terlalu dekat. Desain dan perancangan pemasangan kamera dapat dilihat pada Gambar 5.1



Gambar 5.1 Desain dan Perancangan *Prototype* Alat

Kamera Logitech C310 dipasang pada sebuah tripod dan tripod diletakkan sehingga tinggi kamera berada lurus dengan kepala, sedangkan Raspberry Pi 3, laptop berada di atas meja.



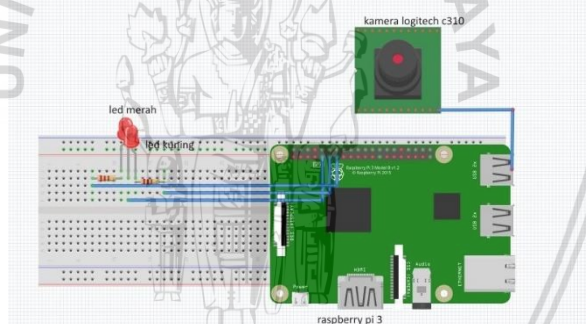
Gambar 5.2 Desain Pergerakan Kepala (a) Kanan, (b) kiri, (c) menunduk, (d) tegak

5.1.2 Perancangan perangkat keras

Untuk desain perancangan perangkat keras yaitu yang terdiri dari pemasangan LED dan Kamera. Untuk pemasangan LED menggunakan aplikasi fritzing. Pada desain ini menggunakan 2 LED dan juga 2 resistor. Resistor disini digunakan untuk menghambat voltase agar tidak terlalu besar yang menuju LED. Resistor yang digunakan sebesar 220 Ohm dan LED yang digunakan berwarna merah dan kuning. Lalu untuk kamera menggunakan kamera Logitech C310 yang telah lengkap dengan kabel USB. Kabel USB kamera disambungkan dengan USB Raspberry Pi 3.

Tabel 5.1 Konfigurasi LED dengan Raspberry pi 3

Pin	LED/Kamera
13	<i>Input</i> LED merah
11	<i>Input</i> LED Kuning
6	<i>Ground</i> LED
SLOT USB	USB Kamera



Gambar 5.3 Perancangan Pemasangan LED dan Kamera

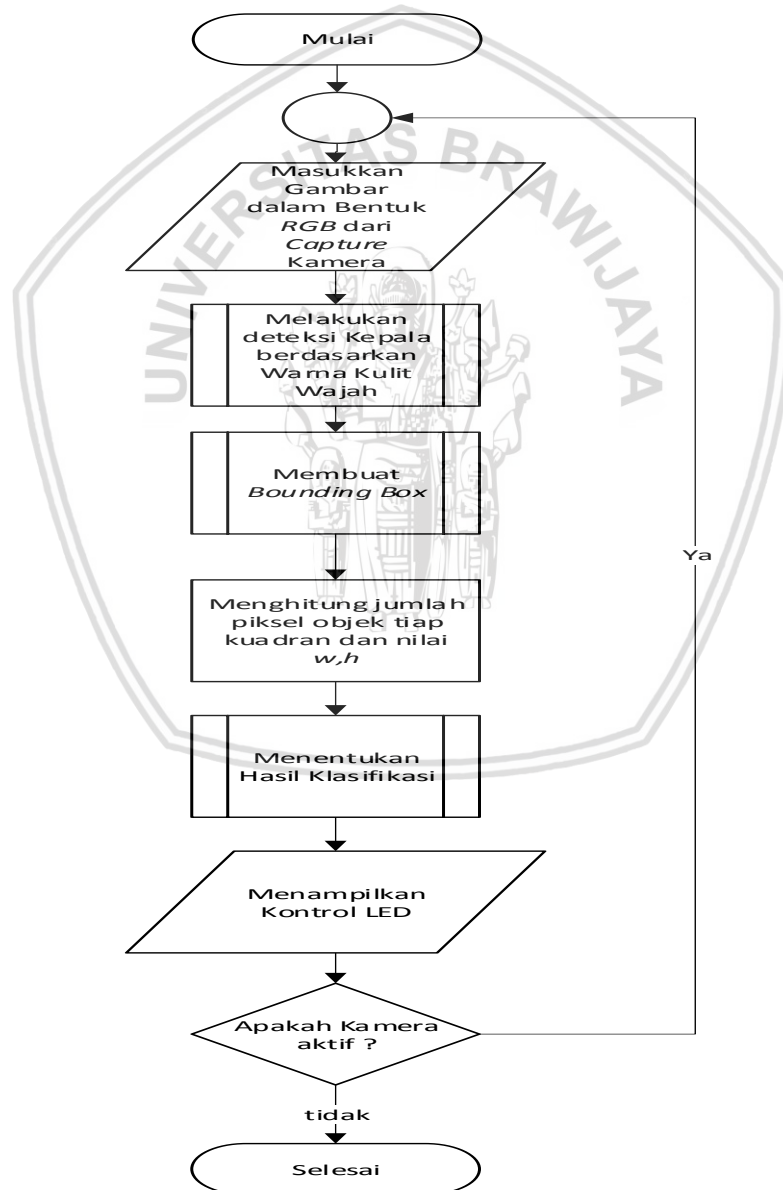
Dari Tabel 5.1 dijelaskan mengenai pin yang digunakan pada sistem ini yaitu pin 13 dihubungkan dengan kaki positif dari LED merah, pin 11 dihubungkan dengan kaki positif LED kuning, dan untuk pin 6 dihubungkan pada *ground* dan untuk USB Kamera dihubungkan pada slot USB pada Raspberry Pi 3.

5.1.3 Perancangan Perangkat Lunak

Pada sub bab perancangan perangkat lunak ini akan membahas perangkat lunak yang digunakan dalam sistem ini yaitu Raspberry Pi 3 atau kontroler yang merupakan alih program secara umum, yang kedua yakni perancangan pendeteksian kulit wajah, lalu perancangan *bounding box*, kemudian penentuan hasil klasifikasi dengan menganalisis *bounding box* dan juga banyaknya piksel.

5.1.3.1 Perancangan Proses Utama

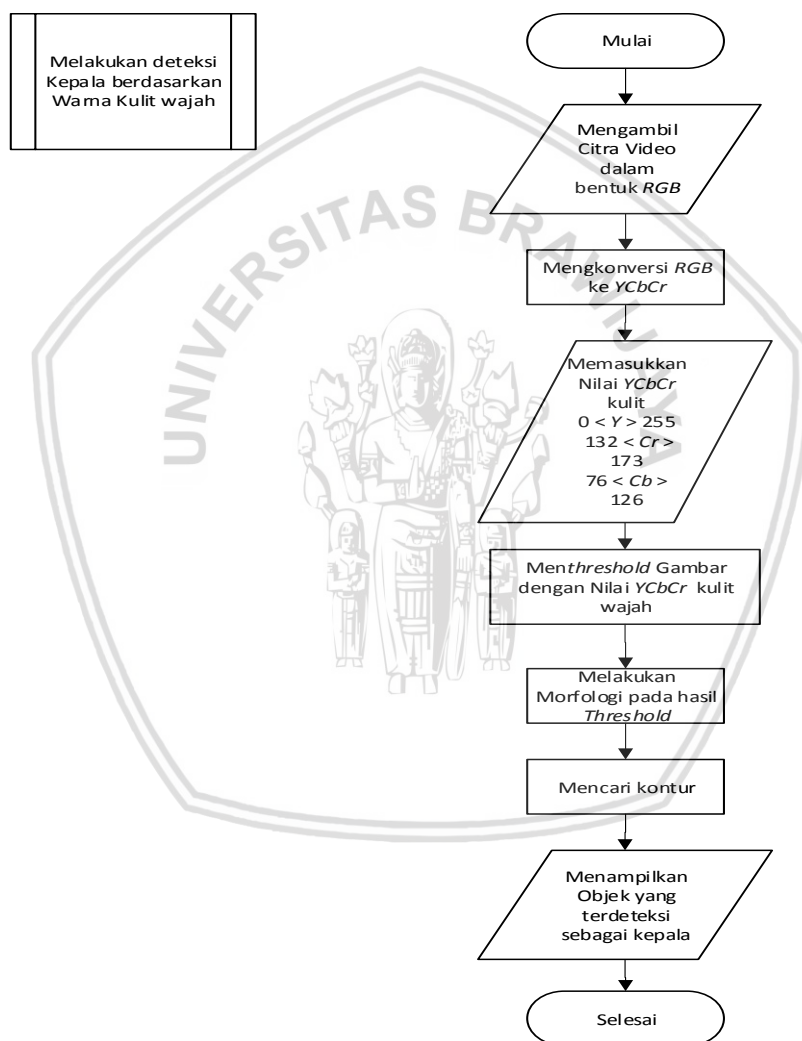
Pada Gambar 5.4 merupakan proses utama dalam perancangan perangkat lunak, proses tersebut merupakan aliran data dan proses secara umum dari sistem. Dalam perancangan perangkat lunak tersebut dilakukan beberapa proses. Proses yang dilakukan dalam sistem tersebut memasukkan gambar dalam bentuk RGB yang telah di-*capture* oleh kamera, setelah itu gambar akan diproses pada sub proses deteksi kepala, kemudian hasil dari proses deteksi kepala dilakukan proses *bounding box*, hasil dari *bounding box* akan dihitung nilai X , Y , H , dan W dan juga piksel pada tiap kuadran. Setelah mendapatkan nilai-nilai tersebut maka akan diproses pada penentuan hasil klasifikasi, setelah itu jika kamera masih aktif maka akan kembali ke proses pembacaan citra video. *Output* dari sistem adalah kontrol LED.



Gambar 5.4 Flowchart Perancangan Proses Utama

5.1.3.2 Perancangan Deteksi Kepala Berdasarkan Warna Kulit

Pada Gambar 5.5 menunjukkan diagram alir dalam proses pendeteksian kepala. *Input* yang digunakan adalah hasil dari pembacaan citra video yaitu gambar dalam bentuk *RGB* lalu gambar tersebut dikonversi dari *RGB* ke *YCbCr*, kemudian hasil dari konversi *RGB to YCbCr* dilakukan *threshold* dengan nilai *YCbCr* warna kulit untuk mendapatkan bentuk kepala. Hasil dari *threshold* dalam bentuk citra biner. Kemudian hasil dari *threshold* tersebut dimorfologi untuk menghilangkan *noise* dan juga menutup *hole*. Setelah itu melakukan proses mencari kontur untuk mencari objek yang dideteksi sebagai kepala.

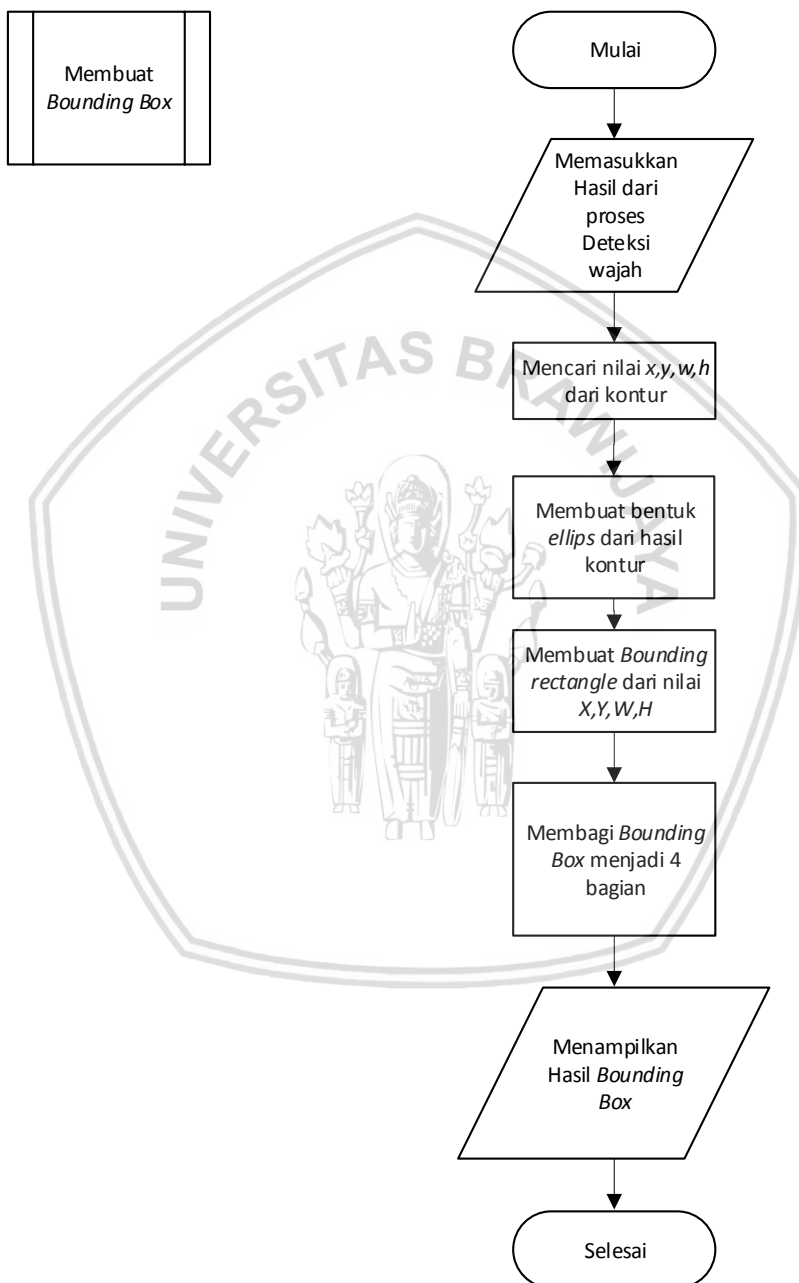


Gambar 5.5 Flowchart Proses Deteksi kulit wajah

5.1.3.3 Perancangan Bounding Box

Pada Gambar 5.6 merupakan diagram alir proses *bounding box*. Pada proses *bounding box* mendapat data *input* dari hasil proses deteksi wajah, kemudian *input* tersebut diproses untuk mencari nilai *X*, *Y*, *W*, dan *H*. Nilai tersebut didapat dari proses kontur. Lalu hasil dari kontur mendapat angka minimal baris,

minimal kolom, maksimal baris, dan maksimal kolom yang dimana dijadikan variabel X , Y , W dan H . kemudian membuat ellipse dengan menggunakan parameter cnt . Isi dari cnt sendiri adalah X , Y , W , dan H . Kemudian ketika nilai X , Y , W , dan H telah ditemukan maka langkah selanjutnya membuat *bounding rectangle* dengan nilai-nilai tersebut. Lalu hasil dari *bounding rectangle* tersebut dibagi menjadi 4 kuadran, dan *output* dari proses ini adalah mem-*bounding box* objek yang terdeteksi dengan membagi menjadi 4 kuadran.

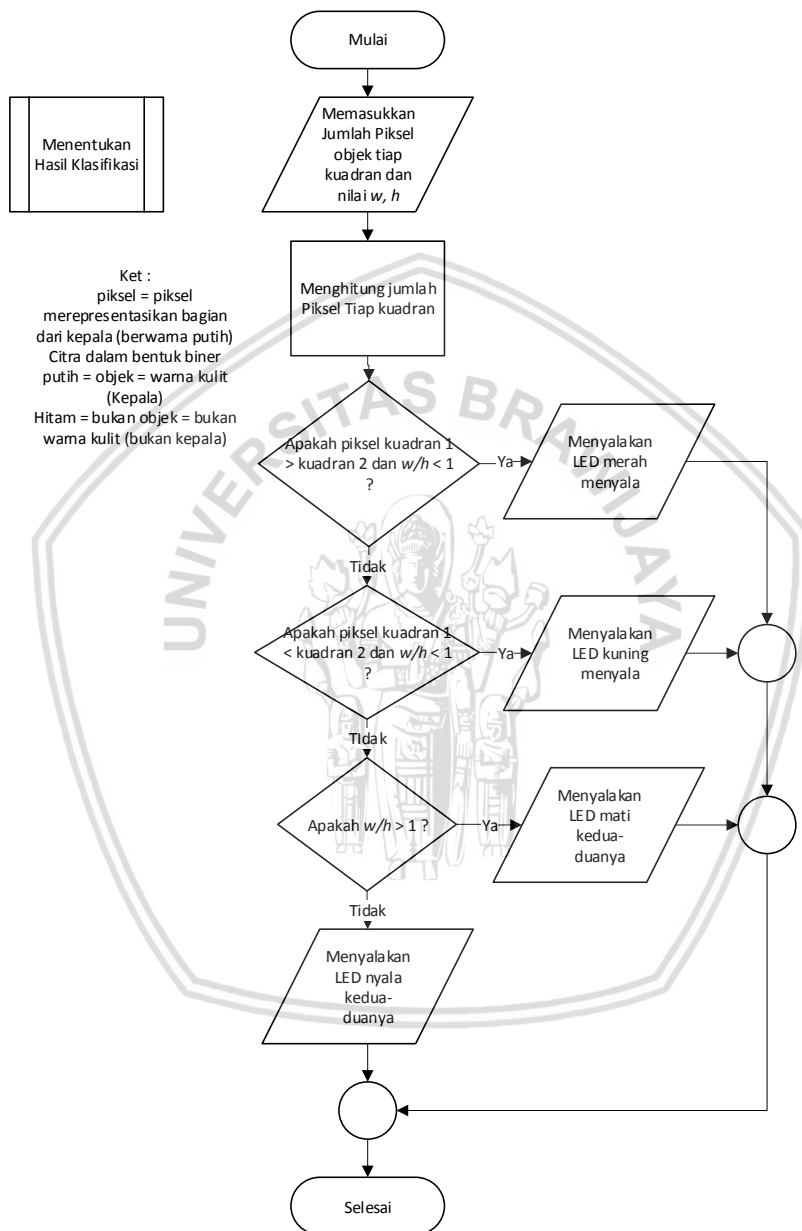


Gambar 5.6 Flowchart Proses Bounding Box

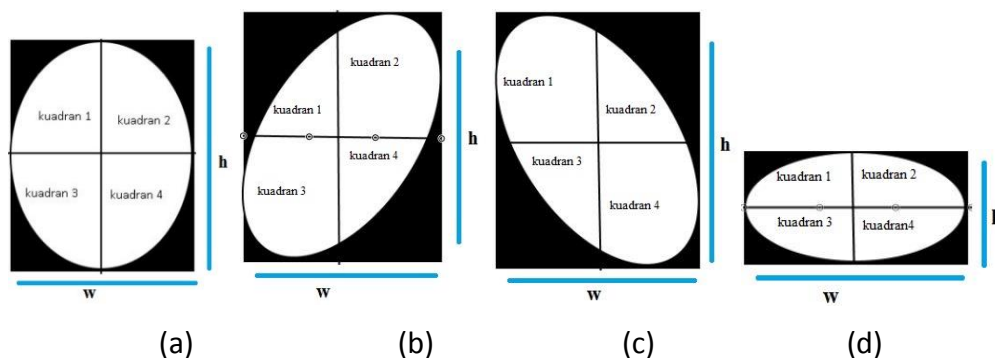
5.1.3.4 Perancangan Menentukan Hasil Klasifikasi

Perancangan menentukan hasil klasifikasi dapat dilihat pada Gambar 5.7. Pada diagram alir tersebut dimulai dari *input* yang didapat dari proses

penghitungan jumlah piksel pada tiap kuadran dan juga nilai x , y , w , dan h . kemudian masuk pada percabangan untuk menentukan keluaran dari perancangan ini. Jika jumlah piksel kuadran 1 > dari piksel kuadran 2 dan $w/h < 1$ maka miring ke kiri dan led merah menyala, jika jumlah piksel kuadran 1 < dari piksel kuadran 2 dan $w/h < 1$ maka miring ke kanan dan led kuning menyala, jika $w/h > 1$ maka menunduk jika tidak maka tegak lurus.



Gambar 5.7 Flowchart Proses Menentukan Hasil Klasifikasi



Gambar 5.8 Bounding Box

Pada Gambar 5.8 (a) adalah gambar yang menjelaskan tentang objek yang dideteksi sebagai gerakan tegak. (b) adalah gerakan ke kanan, (c) adalah gerakan ke kiri, dan (d) adalah menunduk.

Berikut adalah tabel dari setiap pergerakan:

Tabel 5.2 Klasifikasi Berdasarkan Jumlah Piksel dan panjang W dan H

Pergerakan	W	H	Kuadran 1	Kuadran 2	Kuadran 3	Kuadran 4
Kanan	Kecil	Besar	Kecil	Besar	Besar	Kecil
Kiri	Kecil	Besar	Besar	Kecil	Kecil	Besar
Tegak	Kecil	Besar	Kecil	Kecil	Besar	Besar
			Besar	Besar	Kecil	Kecil
			Besar	Kecil	Besar	Kecil
			Kecil	Besar	Kecil	Besar
			Kecil	Kecil	Kecil	Kecil
			Kecil	Kecil	Kecil	Besar
			Kecil	Kecil	Besar	Kecil
			Kecil	Besar	Kecil	Kecil
			Kecil	Besar	Besar	Besar
			Besar	Kecil	Kecil	Kecil
			Besar	Kecil	Besar	Besar
			Besar	Besar	Kecil	Besar
			Besar	Besar	Besar	Kecil
			Besar	Besar	Besar	Besar
Menunduk	Besar	Kecil	Kecil	Kecil	Besar	Besar

			Besar	Besar	Kecil	Kecil
			Besar	Kecil	Besar	Kecil
			Kecil	Besar	Kecil	Besar
			Kecil	Kecil	Kecil	Kecil
			Kecil	Kecil	Kecil	Besar
			Kecil	Kecil	Besar	Kecil
			Kecil	Besar	Kecil	Kecil
			Kecil	Besar	Besar	Besar
			Besar	Kecil	Kecil	Kecil
			Besar	Kecil	Besar	Besar
			Besar	Besar	Kecil	Besar
			Besar	Besar	Besar	Kecil
			Besar	Besar	Besar	Besar
			Besar	Kecil	Kecil	Besar
			Kecil	Besar	Besar	Kecil

Pada Tabel 5.2 dijelaskan bahwa klasifikasi bergerak kanan jika piksel pada kuadran 2 lebih besar daripada kuadran 1 dan Piksel Kuadran 3 lebih besar daripada kuadran 4 dan juga nilai $W/H \leq 1$. Pergerakan ke kiri jika jika piksel pada kuadran 1 lebih besar daripada kuadran 2 dan Piksel Kuadran 4 lebih besar daripada kuadran 3 dan juga nilai $W/H \leq 1$. Menunduk jika $W/H \geq 1$. Selain itu maka akan masuk pada klasifikasi pergerakan tegak.

5.2 Implementasi Sistem

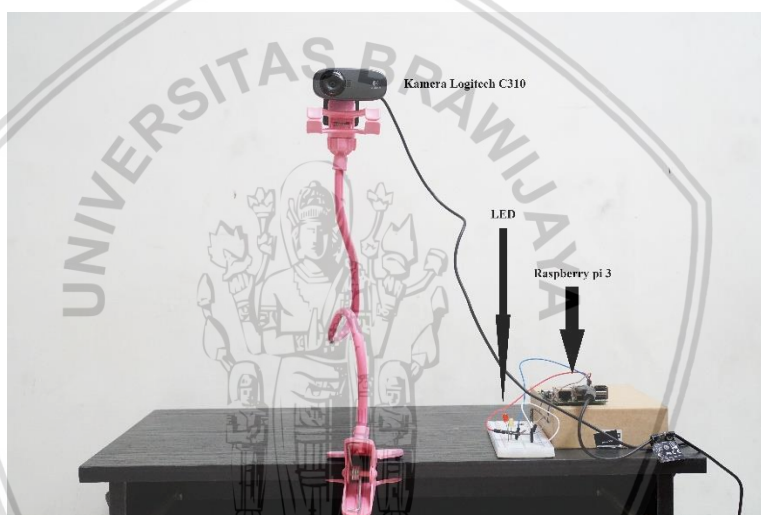
Pada bab ini menjelaskan tentang realisasi dari perancangan sistem yang telah dilakukan sebelumnya. Pada bagian implementasi ini akan dijelaskan secara rinci bagaimana implementasi *prototipe* alat pendeteksi gerakan kepala, implementasi perangkat keras dan juga implementasi perangkat lunak.

5.2.1 Implementasi *Prototipe* Alat Pendeteksi Gerakan Kepala

Pada implementasi ini diperlukan perhatian pada peletakan kamera agar kamera dapat mendeteksi gerakan kepala sesuai keinginan sistem. Untuk implementasi pemasangan kamera menggunakan aplikasi photoshop sebagai aplikasi untuk membuat desain sistemnya. Pada desain ini kamera diletakkan di depan kepala menggunakan tripod agar wajah pengguna terdeteksi dengan maksimal. Desain dan implementasi pemasangan kamera dapat dilihat pada gambar 5.9 dan 5.10



Gambar 5.9 Implementasi *Prototipe* Alat Pendeteksi Gerakan Kepala Dari Samping



Gambar 5.10 Implementasi *Prototipe* Alat Pendeteksi Gerakan Kepala Dari Depan

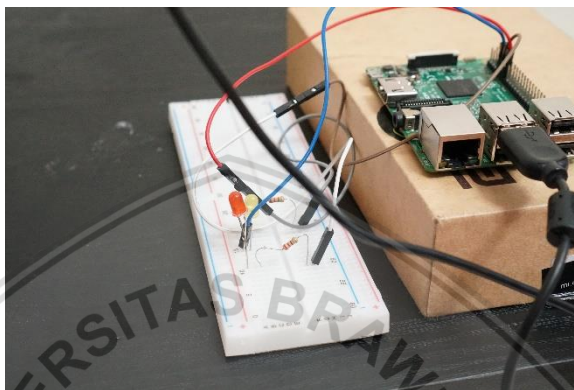
Kamera Logitech C310 dipasang pada sebuah tripod agar kamera berada lurus dengan kepala. Sedangkan raspberry pi 3 berada di atas meja. Kamera dihubungkan dengan *controller* menggunakan kabel USB yang terhubung langsung dengan kamera tersebut.

Tabel 5.3 Tabel *Output* LED

Hasil Klasifikasi	Nyala LED
Kanan	LED kuning <i>ON</i>
Kiri	LED merah <i>ON</i>
Tegak	LED merah dan kuning <i>ON</i>
Menunduk	LED merah dan kuning <i>OFF</i>

5.2.2 Implementasi Perangkat Keras

Untuk desain implementasi pemasangan LED menggunakan aplikasi fritzing. Pada desain ini menggunakan dua LED dan juga dua resistor. Resistor disini digunakan untuk menghambat voltase agar tidak terlalu besar yang menuju LED. Resistor yang digunakan sebesar 220 Ohm dan LED yang digunakan berwarna merah dan kuning. Lalu untuk kamera menggunakan kamera Logitech C310 yang telah lengkap dengan kabel USBnya. Kabel USB kamera disambungkan dengan USB Raspberry Pi 3.



Gambar 5.11 Implementasi Pemasangan LED



Gambar 5.12 Implementasi Pemasangan Kamera

5.2.3 Implementasi Perangkat Lunak

Pada implementasi perangkat lunak akan dijelaskan mengenai realisasi dari perancangan perangkat lunak yang telah dibahas pada sub bab 5.1.3. Pada implementasi perangkat lunak ini program pada *controller* menggunakan aplikasi openCV dengan bahasa python3.5

5.2.3.1 Implementasi Proses Utama

Pada implementasi proses utama dibutuhkan beberapa *library* sebagai menunjang dalam proses sistem ini agar sistem dapat berjalan dengan maksimal. Pada awal kode program terdapat inisialisasi *library* dan variabel. Beberapa *library* yang digunakan adalah “cv2” digunakan untuk memanggil *library* cv2 yaitu OpenCV, “numpy” digunakan untuk mengolah angka pada openCV, “time” sebagai

timer untuk delay, “RPI.GPIO” digunakan sebagai kontrol pin pada raspberry pi, sedangkan “collections” digunakan untuk Alat penghitung disediakan untuk mendukung penghitungan yang mudah dan cepat. Sedangkan untuk inisialisasi variabel diantaranya “LED1=11” maksudnya mendeklarasikan LED1=11, sedangkan “LED2=13” maksudnya mendeklarasikan LED2=13, “GPIO.BOARD” digunakan untuk skema penomoran dari *board* PCB, “LED1.GPIO.OUT” mendeklarasikan LED1 sebagai *output*, “LED2.GPIO.OUT” mendeklarasikan LED2 sebagai *output*, “LED1.GPIO.LOW” digunakan untuk menset awal LED1 mati, “LED2.GPIO.LOW” menset awal LED2 mati. Kode inisialisasi *library* dan variabel dapat dilihat pada potongan kode pada Kode Program 5.1.

Baris	Kode Program
1	import cv2
2	import numpy as np
3	import time
4	import RPi.GPIO as GPIO
5	import collections
6	LED1=11
7	LED2=13
8	GPIO.setmode(GPIO.BOARD)
9	GPIO.setup(LED1,GPIO.OUT)
10	GPIO.setup(LED2,GPIO.OUT)
11	GPIO.output (LED1,GPIO.LOW)
12	GPIO.output (LED2,GPIO.LOW)

Kode Program 5.1 Inisialisasi Library dan Variabel

Setelah melakukan inisialisasi *library*, langkah selanjutnya kamera membaca citra Video. Potongan kode dapat dilihat pada Kode Program 5.2.

Baris	Kode program
1	_,frame= cap.read()
2	vertical = cv2.flip(frame, 1)

Kode Program 5.2 Kamera Membaca Citra Video

pada Kode Program 5.2 dapat dilihat untuk baris 1 digunakan sebagai fungsi untuk membaca citra video. Untuk baris ke 2 fungsi yang digunakan untuk pencerminan gambar.

5.2.3.2 Implementasi Deteksi Kepala Berdasarkan Warna Kulit Wajah

Pada Kode Program 5.3 merupakan tabel kode program untuk proses deteksi wajah. pada proses ini, pada baris 1 adalah konversi gambar BGR ke dalam bentuk YCbCr, kemudian baris 2 sampai 4 kode untuk men-*threshold* gambar yang telah dikonversi dengan warna YCbCr kulit wajah manusia, lalu baris 5 sampai 8

proses adalah proses morfologi yaitu dilasi dan erosi, baris 10-12 adalah proses menghilangkan lubang dari hasil morfologi dan baris 13 sampai 15 adalah proses mencari kontur.

Baris	Kode Program
1	ycbcr = cv2.cvtColor(vertical, cv2.COLOR_BGR2HSV)
2	lower_ycbcr = np.array ([0,132,76])
3	upper_ycbcr = np.array ([255,173,126])
4	mask = cv2.inRange(ycbcr, lower_ycbcr, upper_ycbcr)
5	kernel = np.ones((3,3), np.uint8)
6	erosi = cv2.erode(mask, kernel, iterations=5)
7	dilasi = cv2.dilate(erosi, kernel, iterations=6)
8	dil_copy = dilasi.copy()
9	hh, ww = dilasi.shape[:2]
10	kern = np.zeros((hh+2, ww+2), np.uint8) cv2.floodFill(dil_copy, kern, (0,0), 255)
11	dil_copy = cv2.bitwise_not(dil_copy)
12	res_dilasi = dilasi dil_copy
13	_, contours, _ = cv2.findContours(res_dilasi, cv2.RETR_EXTERNAL, cv2.CHAIN_APPROX_SIMPLE)
14	bitwise = cv2.bitwise_and(vertical, vertical, mask=res_dilasi)
15	blank_frame = np.zeros((360,360,1), np.uint8)

Kode Program 5.3 Deteksi Kepala Berdasarkan Warna Kulit Wajah Sesuai Range Pada halaman 28

5.2.3.3 Implementasi *Bounding Box*

Pada Kode Program 5.4 adalah potongan kode program untuk implementasi *bounding box*. Pada baris 1-3 adalah mencari area objek , pada baris 4 sampai 22 adalah proses mencari nilai *X*, *Y*, *W*, dan *H* untuk membuat *bounding box*. Kemudian pada baris ke 25 adalah fungsi untuk membuat *bounding box*, sedangkan baris 26 sampai 24 adalah proses membagi *bounding box* menjadi 4 bagian/kuadran.

Baris	Kode Program
1	for cnt in contours :
2	area = cv2.contourArea(cnt)
3	if area > 2000 :
4	xmin = 360
5	ymin = 360
6	xmax = 0
7	ymax = 0

```

8   for c in cnt :
9       xx = c[0][0]
10      yy = c[0][1]
11      if (xx < xmin):
12          xmin = xx
13      if (yy < ymin):
14          ymin = yy
15      if (xx > xmax):
16          xmax = xx
17      if (yy > ymax):
18          ymax = yy
19      x = xmin
20      y = ymin
21      w = xmax - xmin
22      h = ymax - ymin
23      ellipse = cv2.fitEllipse(cnt)
24      cv2.ellipse(blank_frame,ellipse,[255],-1)
25      cv2.rectangle(vertical,(x,y),(x+w , y+h), (255,0,0),2)
26      cv2.line(vertical, (x, y+int(h/2)), (x+w, y+int(h/2)),
27              (0,255,0), 1)
28      cv2.line(vertical, (x+int(w/2), y), (x+int(w/2), y+h),
29              (0,255,0), 1)
30      cv2.line(vertical, (x, y), (x+w, y+h), (0,255,0), 1)
31      cv2.line(vertical, (x+w, y), (x , y+h ), (0,255,0), 1)
32      cv2.rectangle(blank_frame,(x,y),(x+w , y+h), [255],1)
33      kuadran1= blank_frame[ y: y+int(h/2), x: x+int(w/2)]
34      kuadran2= blank_frame[ y: y+int(h/2), x+int(w/2): x+w]
35      kuadran3= blank_frame[ y+int(h/2):(y+h), x: x+int(w/2)]
36      kuadran4= blank_frame[ y+int(h/2):(y+h), x+int(w/2): x+w]

```

Kode Program 5.4 Program Membuat Bounding Box

5.2.3.4 Implementasi Penentuan Hasil Klasifikasi

Implementasi selanjutnya adalah implementasi *bounding box* , tapi sebelum masuk implementasi *bounding box* disiapkan terlebih dahulu data yang akan diproses. Data ini didapat dari penghitungan jumlah piksel pada tiap kuadran. Pada Kode Program 5.5 akan menunjukkan potongan kode program untuk menghitung jumlah piksel tiap kuadran. Baris 1 sampai 4 adalah proses menghitung nilai piksel yang merepresentasikan objek yang teridentifikasi.

Baris	Kode Program
1	total1= collections.Counter(np.ravel(kuadran1))[255]

2	<code>total2= collections.Counter(np.ravel(kuadran2))[255]</code>
3	<code>total3= collections.Counter(np.ravel(kuadran3))[255]</code>
4	<code>total4= collections.Counter(np.ravel(kuadran4))[255]</code>

Kode Program 5.5 Meghitung Jumlah Pixel per Kuadran

Setelah penghitungan jumlah pixel telah selesai, maka akan masuk proses klasifikasi. Pada Kode Program 5.6 adalah potongan kode program untuk implementasi penentuan klasifikasi. Pada baris 1 sampai 5, jika jumlah pixel pada kuadran 1 lebih besar daripada kuadran 2 dan w/h kurang 1 maka *output* kiri dan LED 1 nyala, untuk baris 5-8 jika pixel pada kuadran 1 kurang dari kuadran 2 dan w/h kurang dari 1 maka *outputnya* kanan dan LED 2 nyala, baris 9 sampai 12 jika w/h lebih dari 1 maka *outputnya* menunduk dan LED 1 dan LED 2 mati, sedangkan baris 13 sampai 16 jika tidak maka *outputnya* tegak dan LED 1 dan LED 2 menyala kedua-duanya.

Baris	Kode Program
1	<code>if (total1-200 > total2+200 and w/h < 1):</code>
2	<code>print ("kiri")</code>
3	<code>GPIO.output (LED2,GPIO.LOW)</code>
4	<code>GPIO.output (LED1,GPIO.HIGH)</code>
5	<code>elif (total1+200 < total2-200 and w/h < 1) :</code>
6	<code>print ("kanan")</code>
7	<code>GPIO.output (LED1,GPIO.LOW)</code>
8	<code>GPIO.output (LED2,GPIO.HIGH)</code>
9	<code>elif (w/h>=1):</code>
10	<code>print ("menunduk")</code>
11	<code>GPIO.output (LED2,GPIO.LOW)</code>
12	<code>GPIO.output (LED1,GPIO.LOW)</code>
13	<code>else :</code>
14	<code>print ("tegak")</code>
15	<code>GPIO.output (LED2,GPIO.HIGH)</code>
16	<code>GPIO.output (LED1,GPIO.HIGH)</code>

Kode Program 5.6 Penentuan Hasil Klasifikasi

BAB 6 PENGUJIAN DAN ANALISIS HASIL

Bab ini akan membahas tentang pengujian dan analisis hasil dari pengujian. Pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah sistem berjalan sesuai dengan yang diinginkan. Dalam pengujian pertama yang dilakukan adalah menguji akurasi pembacaan kamera dalam mendeteksi warna wajah pengguna, kemudian terhadap gerakan kepala, pengujian terhadap integrasi *hardware* dengan sistem, dan yang terakhir adalah pengujian waktu komputasi sistem.

6.1 Pengujian Keakurasian Dalam Mendeteksi Warna Kulit Wajah

Pengujian keakurasian dalam mendeteksi warna kulit wajah sangatlah penting karena proses ini sangat berpengaruh terhadap pergerakan kepala. Pada pengujian ini dilakukan dengan mendeteksi warna kulit wajah pengguna. Pada pengujian ini menggunakan 8 wajah orang yang berbeda-beda dan dilakukan pada waktu pagi, siang, malam dan juga dengan jarak 50 cm, 75 cm, 100 cm, dan 125 cm.

6.1.1 Tujuan pengujian

Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui berapa persen tingkat keakurasian sistem untuk mendeteksi warna kulit wajah manusia.

6.1.2 Prosedur Pengujian

Beberapa hal yang dilakukan untuk pengujian keakurasian dalam mendeteksi kulit wajah, yaitu:

1. Menghidupkan laptop
2. Menghubungkan Raspberry Pi 3 dengan laptop menggunakan kabel LAN
3. Menghubungkan USB Kamera Logitech pada USB Raspberry Pi 3.
4. Menyalakan Raspberry Pi 3 dengan menghubungkan Raspberry Pi 3 dengan adaptor 2A.
5. Membuka aplikasi VNC viewer untuk mengontrol Raspberry Pi 3.
6. Membuka terminal pada raspbian dan menjalankan program untuk mendeteksi warna kulit wajah .
7. Perhitungan akurasi dihitung dengan rumus akurasi = (total data sesuai /total data keseluruhan) *100%.

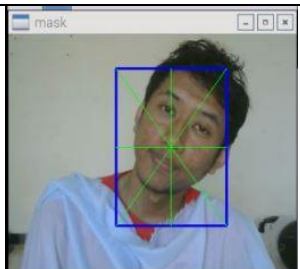
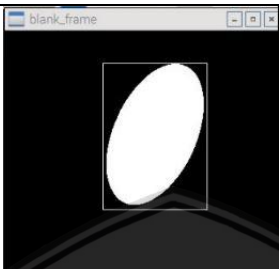
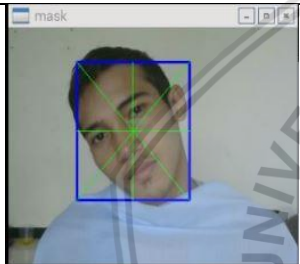
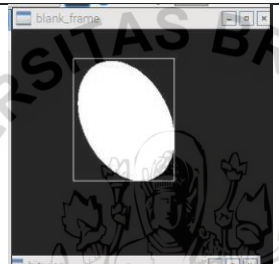

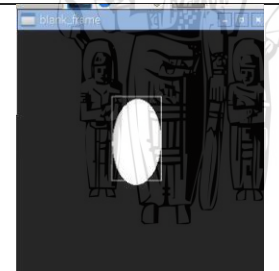
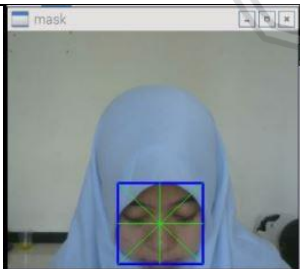
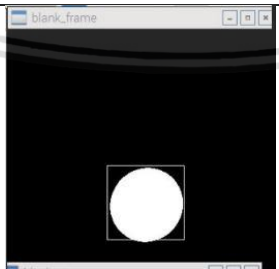
6.1.3 Pelaksanaan Pengujian

Pengujian ini dilakukan dengan 8 objek yang berbeda-beda, jarak yang berbeda-beda dan juga dengan waktu yang berbeda-beda. Waktu yang dilakukan adalah pagi, siang, dan malam. Sedangkan jarak yang digunakan adalah 50 cm, 75cm, 100cm, 125cm. Cara untuk mendapat persentase yaitu dengan menjumlahkan persentase pada jarak tertentu dan waktu tertentu kemudian

dibagi dengan jumlah gerakan. Pada penelitian ini jumlah gerakan yang digunakan adalah 4.

6.1.4 Hasil dan Analisis Pengujian

Tabel 6.1 Pengujian Warna Kulit

Gambar Asli	Hasil	Output	Y/ N
		kanan Waktu komputasi : 142 ms	Y
		kiri Waktu komputasi : 81 ms	Y
		tegak Waktu komputasi : 46 ms	Y
		menunduk Waktu komputasi : 47 ms	Y

KET :

Y = Terdeteksi

N = Tidak Terdeteksi

Tabel 6.2 Data Uji dan Hasil Pengujian Kulit Wajah Berdasarkan Objek Objek yang Telah Ditentukan dengan Jarak 50 cm

NO	OBJEK	ENIS WAJAH	WARNA KULIT	JARAK (CM)	PAGI				SIANG				MALAM			
					Deteksi warna kulit wajah				Deteksi warna kulit wajah				Deteksi warna kulit wajah			
					KANAN	KIRI	TEGAK	MENUNDU	KANAN	KIRI	TEGAK	MENUNDU	KANAN	KIRI	TEGAK	MENUNDU
1	Mila	Oval	Sawo Matang	50	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi
2	Mila	Oval	Sawo Matang	50	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi
3	Ida	Oval kecil	Sawo Matang	50	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi
4	Ida	Oval kecil	Sawo Matang	50	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi
5	Syahriel	Lonjong	Sawo Matang	50	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi
6	Syahriel	Lonjong	Sawo Matang	50	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi
7	Oggy	Bulan Kecil	Sawo Matang	50	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi
8	Oggy	Bulan Kecil	Sawo Matang	50	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi
9	Hamim	Lonjong	Sawo Matang	50	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi
10	Hamim	Lonjong	Sawo Matang	50	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi
11	Linda	Bulan Besar	Sawo Matang	50	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi
12	Linda	Bulan Besar	Sawo Matang	50	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi
13	Lita	Oval	Sawo Matang	50	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi
14	Lita	Oval	Sawo Matang	50	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi
15	Burhan	Oval	Sawo Matang Gelap	50	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi
16	Burhan	Oval	Sawo Matang Gelap	50	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi
PRESENTASE					100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Keterangan : Pagi (107 sampai 602 lux)

Siang (600 sampai 1153 lux)

Malam (18 sampai 110 lux)

Tabel 6.3 Data Uji dan Hasil Pengujian Kulit Wajah Berdasarkan Objek Objek yang Telah Ditentukan dengan Jarak 75 cm

NO	OBJEK	ENIS WAJAH	WARNA KULIT	JARAK (CM)	PAGI				SIANG				MALAM			
					Deteksi warna kulit wajah				Deteksi warna kulit wajah				Deteksi warna kulit wajah			
					KANAN	KIRI	TEGAK	MENUNDU	KANAN	KIRI	TEGAK	MENUNDU	KANAN	KIRI	TEGAK	MENUNDU
1	Mila	Oval	Sawo Matang	75	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi
2	Mila	Oval	Sawo Matang	75	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi
3	Ida	Oval kecil	Sawo Matang	75	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi
4	Ida	Oval kecil	Sawo Matang	75	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi
5	Syahriel	Lonjong	Sawo Matang	75	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi
6	Syahriel	Lonjong	Sawo Matang	75	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi
7	Oggy	Bulan Kecil	Sawo Matang	75	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi
8	Oggy	Bulan Kecil	Sawo Matang	75	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi
9	Hamim	Lonjong	Sawo Matang	75	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi
10	Hamim	Lonjong	Sawo Matang	75	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi
11	Linda	Bulan Besar	Sawo Matang	75	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi or det	deteksi	deteksi	deteksi
12	Linda	Bulan Besar	Sawo Matang	75	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi
13	Lita	Oval	Sawo Matang	75	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi
14	Lita	Oval	Sawo Matang	75	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi
15	Burhan	Oval	Sawo Matang Gelap	75	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi
16	Burhan	Oval	Sawo Matang Gelap	75	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi
PRESENTASE					100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Keterangan : Pagi (107 sampai 602 lux)

Siang (600 sampai 1153 lux)

Malam (18 sampai 110 lux)

Tabel 6.4 Data Uji dan Hasil Pengujian Kulit Wajah Berdasarkan Objek Objek yang Telah Ditentukan dengan Jarak 100 cm

NO	OBJEK	ENIS WAJAH	WARNA KULIT	JARAK (CM)	PAGI				SIANG				MALAM			
					Deteksi warna kulit wajah				Deteksi warna kulit wajah				Deteksi warna kulit wajah			
					KANAN	KIRI	TEGAK	MENUNDU	KANAN	KIRI	TEGAK	MENUNDU	KANAN	KIRI	TEGAK	MENUNDU
1	Mila	Oval	Sawo Matang	100	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi
2	Mila	Oval	Sawo Matang	100	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	no
3	Ida	Oval kecil	Sawo Matang	100	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	no
4	Ida	Oval kecil	Sawo Matang	100	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	no
5	Syahriel	Lonjong	Sawo Matang	100	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	no
6	Syahriel	Lonjong	Sawo Matang	100	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	no
7	Oggy	Bulan Kecil	Sawo Matang	100	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi
8	Oggy	Bulan Kecil	Sawo Matang	100	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	no
9	Hamim	Lonjong	Sawo Matang	100	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	no
10	Hamim	Lonjong	Sawo Matang	100	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	no
11	Linda	Bulan Besar	Sawo Matang	100	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi
12	Linda	Bulan Besar	Sawo Matang	100	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi
13	Lita	Oval	Sawo Matang	100	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi
14	Lita	Oval	Sawo Matang	100	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi
15	Burhan	Oval	Sawo Matang Gelap	100	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	no
16	Burhan	Oval	Sawo Matang Gelap	100	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	no
PRESENTASE					100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	37,5%

Keterangan : Pagi (107 sampai 602 lux)

Siang (600 sampai 1153 lux)

Malam (18 sampai 110 lux)

Tabel 6.5 Data Uji dan Hasil Pengujian Kulit Wajah Berdasarkan Objek Objek yang Telah Ditentukan dengan Jarak 125 cm

NO	OBJEK	BENTUK WAJAH	WARNA KULIT	JARAK (CM)	PAGI				SIANG				MALAM			
					Deteksi warna kulit wajah				Deteksi warna kulit wajah				Deteksi warna kulit wajah			
					KANAN	KIRI	TEGAK	MENUNDUK	KANAN	KIRI	TEGAK	MENUNDUK	KANAN	KIRI	TEGAK	MENUNDUK
1	Mila	Oval	Sawo Matang	125	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	no
2	Mila	Oval	Sawo Matang	125	deteksi	deteksi	deteksi	no	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	no
3	Ida	Oval kecil	Sawo Matang	125	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	no
4	Ida	Oval kecil	Sawo Matang	125	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	no
5	Syahriel	Lonjong	Sawo Matang	125	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	no
6	Syahriel	Lonjong	Sawo Matang	125	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	no
7	Oggy	Bulan Kecil	Sawo Matang	125	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	no
8	Oggy	Bulan Kecil	Sawo Matang	125	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	no
9	Hamim	Lonjong	Sawo Matang	125	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	no
10	Hamim	Lonjong	Sawo Matang	125	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	no
11	Linda	Bulan Besar	Sawo Matang	125	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	no
12	Linda	Bulan Besar	Sawo Matang	125	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi
13	Lita	Oval	Sawo Matang	125	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	no
14	Lita	Oval	Sawo Matang	125	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi
15	Burhan	Oval	Sawo Matang Gelap	125	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	no
16	Burhan	Oval	Sawo Matang Gelap	125	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	no
PRESENTASE					100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	12,5%

Keterangan : Pagi (107 sampai 602 lux)

Siang (600 sampai 1153 lux)

Malam (18 sampai 110 lux)

Berdasarkan hasil pengujian pada tabel 6.2, 6.3, 6.4 dan 6.5 dapat dilihat pengujian dilakukan dengan 8 objek dan setiap objek terdapat 2 kali pengujian. Dan juga pengujian dilakukan dengan jarak 50cm,75cm,100cm,125cm dan juga dengan waktu pagi, siang, dan malam. Dari semua percobaan dapat dilihat terdapat beberapa objek yang tidak sesuai dengan keinginan sistem. sehingga dapat dilihat persentase untuk jarak 50 cm, 75 cm, 100 cm, dan 125 cm pada waktu pagi sebesar 100%. Untuk jarak 50 cm, 75, 100, dan 125 pada waktu siang sebesar 100%. Untuk jarak 50 cm, 75, pada waktu malam sebesar 100%, sedangkan jarak 100, dan 125 pada waktu malam sebesar 84,37 % dan 78,13%.

Tabel 6.6 Sampel Kulit Terdeteksi dan Tidak Terdeteksi

Deteksi	Tidak Deteksi
	
	
	

Pada tabel 6.6 merupakan tabel warna kulit terdeteksi dan tidak terdeteksi. Pada tabel tersebut terdapat 3 sampel warna kulit terdeteksi dan tidak terdeteksi. Warna wajah yang tidak terdeteksi disebabkan karena kurangnya pencahayaan yang mengenai wajah sehingga warna kulit wajah sulit untuk dideteksi.

6.2 Pengujian Keakurasian Dalam Mendeteksi Gerakan Kepala

Pengujian ini adalah pengujian keakurasian dalam mendeteksi gerakan kepala. Pengujian ini sangat berpengaruh terhadap *output* yang dihasilkan. Pengujian ini dilakukan dengan 8 objek, dengan jarak 50 cm, 75 cm, 100 cm, dan juga 125 cm. Pengujian ini juga dilakukan pada 3 waktu yaitu pagi, siang dan juga malam.

6.2.1 Tujuan Pengujian

Tujuan dari pengujian keakurasian dalam mendeteksi gerakan kepala adalah untuk mengetahui berapa persen tingkat keakurasian sistem dalam mendeteksi gerakan kepala. Gerakan kepala yang dideteksi ada 4 macam yaitu tegak, miring kanan, miring kiri dan juga menunduk.

6.2.2 Prosedur Pengujian

Beberapa hal yang dilakukan untuk pengujian keakurasian dalam mendeteksi pergerakan kepala, yaitu:

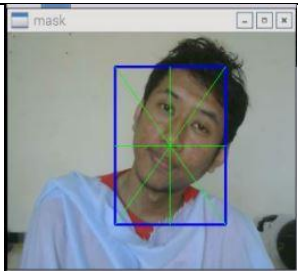
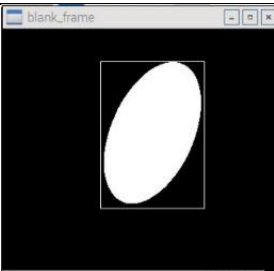

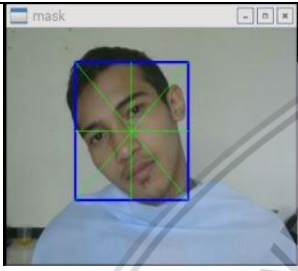
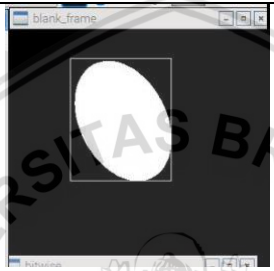




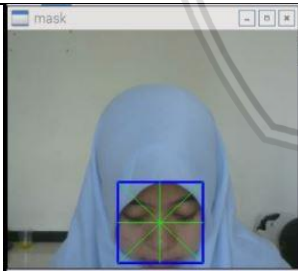
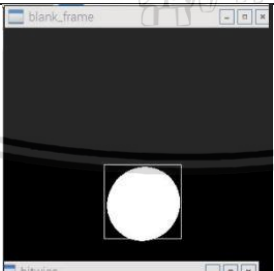

1. Menghidupkan laptop
2. Menghubungkan Raspberry Pi 3 dengan laptop menggunakan kabel LAN
3. Menghubungkan USB Kamera Logitech pada USB Raspberry Pi 3.
4. Menyalakan Raspberry Pi 3 dengan menghubungkan adaptor 2A.
5. Membuka aplikasi VNC viewer untuk mengontrol Raspberry Pi 3.
6. Membuka terminal pada raspbian dan menjalankan program untuk mendeteksi warna kulit wajah
7. Perhitungan akurasi dihitung dengan rumus akurasi = $(\text{total data sesuai} / \text{total data keseluruhan}) * 100\%$.

6.2.3 Pelaksanaan Pengujian

Pengujian ini dilakukan dengan 8 objek yang berbeda-beda, jarak yang berbeda-beda dan juga dengan waktu yang berbeda-beda. Waktu yang dilakukan adalah pagi, siang, dan malam. Jarak yang digunakan adalah 50 cm, 75 cm, 100 cm, 125 cm. Cara untuk mendapat presentase yaitu dengan menjumlahkan presentase pada jarak tertentu dan waktu tertentu kemudian dibagi dengan jumlah gerakan. Pada penelitian ini jumlah gerakan yang digunakan adalah 4.

6.2.4 Hasil dan Analisis Pengujian

Tabel 6.7 Pengujian Deteksi Gerakan Kepala

Gambar Asli	Hasil	Output	Y/ N
			Y
			Y
			Y
			Y

Tabel 6.8 Data uji dan Hasil pengujian Mendeteksi pergerakan kepala berdasarkan Objek yang telah ditentukan dengan jarak 50 cm pada waktu pagi (107 sampai 602 lux)

NO	OBJEK	JENIS WAJAH	WARNA KULIT	JARAK (CM)	PAGI							
					PERGERAKAN				WAKTU KOMPUTASI (ms)			
					KANAN	KIRI	TEGAK	MENUNDUK	KANAN	KIRI	TEGAK	MENUNDUK
1	Mila	Oval	Sawo Matang	50	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	48	50	46	58
2	Mila	Oval	Sawo Matang	50	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	51	47	48	36
3	Ida	Oval kecil	Sawo Matang	50	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	57	57	58	94
4	Ida	Oval kecil	Sawo Matang	50	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	55	124	67	49
5	Syahriel	Lonjong	Sawo Matang	50	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	90	97	84	62
6	Syahriel	Lonjong	Sawo Matang	50	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	84	90	89	120
7	Oggy	Bulan Kecil	Sawo Matang	50	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	76	185	89	55
8	Oggy	Bulan Kecil	Sawo Matang	50	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	130	87	84	74
9	Hamim	Lonjong	Sawo Matang	50	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	69	80	63	54
10	Hamim	Lonjong	Sawo Matang	50	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	135	109	70	50
11	Linda	Bulan Besar	Sawo Matang	50	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	60	61	63	55
12	Linda	Bulan Besar	Sawo Matang	50	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	61	71	57	106
13	Lita	Oval	Sawo Matang	50	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	52	50	53	44
14	Lita	Oval	Sawo Matang	50	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	54	57	52	46
15	Burhan	Oval	Sawo Matang Gelap	50	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	167	77	65	96
16	Burhan	Oval	Sawo Matang Gelap	50	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	148	140	138	97
Presentase					100%	100%	100%	100%	83,56	86,37	70,37	68,5

Tabel 6.9 Data uji dan Hasil pengujian Mendeteksi pergerakan kepala berdasarkan Objek yang telah ditentukan dengan jarak 50 cm pada waktu siang (600 sampai 1153 lux)

NO	OBJEK	JENIS WAJAH	WARNA KULIT	JARAK	SIANG							
					PERGERAKAN				WAKTU KOMPUTASI (ms)			
				(CM)	KANAN	KIRI	TEGAK	MENUNDUH	KANAN	KIRI	TEGAK	MENUNDUH
1	Mila	Oval	Sawo Matang	50	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	66	63	72	46
2	Mila	Oval	Sawo Matang	50	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	64	75	68	38
3	Ida	Oval kecil	Sawo Matang	50	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	55	58	63	43
4	Ida	Oval kecil	Sawo Matang	50	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	53	53	52	41
5	Syahriel	Lonjong	Sawo Matang	50	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	74	76	68	54
6	Syahriel	Lonjong	Sawo Matang	50	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	137	71	69	51
7	Oggy	Bulan Kecil	Sawo Matang	50	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	74	73	71	53
8	Oggy	Bulan Kecil	Sawo Matang	50	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	87	70	79	60
9	Hamim	Lonjong	Sawo Matang	50	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	85	86	84	53
10	Hamim	Lonjong	Sawo Matang	50	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	87	96	89	58
11	Linda	Bulan Besar	Sawo Matang	50	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	86	80	84	57
12	Linda	Bulan Besar	Sawo Matang	50	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	84	82	81	68
13	Lita	Oval	Sawo Matang	50	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	53	99	56	47
14	Lita	Oval	Sawo Matang	50	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	50	52	62	46
15	Burhan	Oval	Sawo Matang Gelap	50	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	60	59	60	43
16	Burhan	Oval	Sawo Matang Gelap	50	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	57	64	66	44
Presentase					100%	100%	100%	100%	73,25	72,3	70,12	50,1

Tabel 6.10 Data uji dan Hasil pengujian Mendeteksi pergerakan kepala berdasarkan Objek yang telah ditentukan dengan jarak 50 cm pada waktu malam Malam (18 sampai 110 lux)

NO	OBJEK	JENIS WAJAH	WARNA KULIT	JARAK (CM)	MALAM							
					PERGERAKAN				WAKTU KOMPUTASI			
					KANAN	KIRI	TEGAK	MENUNDU	KANAN	KIRI	TEGAK	MENUNDU
1	Mila	Oval	Sawo Matang	50	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	55	54	63	35
2	Mila	Oval	Sawo Matang	50	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	53	61	57	33
3	Ida	Oval kecil	Sawo Matang	50	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	55	58	54	41
4	Ida	Oval kecil	Sawo Matang	50	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	54	61	60	44
5	Syahriel	Lonjong	Sawo Matang	50	no	deteksi	deteksi	deteksi	68	74	52	35
6	Syahriel	Lonjong	Sawo Matang	50	no	no	deteksi	no	73	68	66	36
7	Oggy	Bulan Kecil	Sawo Matang	50	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	79	77	62	49
8	Oggy	Bulan Kecil	Sawo Matang	50	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	73	75	74	60
9	Hamim	Lonjong	Sawo Matang	50	no	no	no	deteksi	80	67	62	44
10	Hamim	Lonjong	Sawo Matang	50	no	no	no	no	61	60	56	47
11	Linda	Bulan Besar	Sawo Matang	50	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	69	71	68	37
12	Linda	Bulan Besar	Sawo Matang	50	deteksi	no	deteksi	deteksi	134	68	72	41
13	Lita	Oval	Sawo Matang	50	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	117	54	96	77
14	Lita	Oval	Sawo Matang	50	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	112	51	102	42
15	Burhan	Oval	Sawo Matang Gelap	50	no	no	no	deteksi	45	78	42	63
16	Burhan	Oval	Sawo Matang Gelap	50	no	no	no	deteksi	48	41	48	69
Presentase					62.50%	62.50%	75.00%	87.50%	73,87	63,6	64,6	47

Tabel 6.11 Data uji dan Hasil pengujian Mendeteksi pergerakan kepala berdasarkan Objek yang telah ditentukan dengan jarak 75 cm pada waktu pagi (107 sampai 602 lux)

NO	OBJEK	JENIS WAJAH	WARNA KULIT	JARAK	PAGI							
					PERGERAKAN				WAKTU KOMPUTASI (ms)			
				(CM)	KANAN	KIRI	TEGAK	MENUNDUK	KANAN	KIRI	TEGAK	MENUNDUK
1	Mila	Oval	Sawo Matang	75	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	44	42	46	35
2	Mila	Oval	Sawo Matang	75	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	41	48	42	34
3	Ida	Oval kecil	Sawo Matang	75	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	98	55	58	36
4	Ida	Oval kecil	Sawo Matang	75	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	54	59	52	40
5	Syahriel	Lonjong	Sawo Matang	75	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	50	87	108	43
6	Syahriel	Lonjong	Sawo Matang	75	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	62	54	52	74
7	Oggy	Bulan Kecil	Sawo Matang	75	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	140	119	63	55
8	Oggy	Bulan Kecil	Sawo Matang	75	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	122	137	132	108
9	Hamim	Lonjong	Sawo Matang	75	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	99	97	50	47
10	Hamim	Lonjong	Sawo Matang	75	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	102	100	82	74
11	Linda	Bulan Besar	Sawo Matang	75	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	92	64	51	40
12	Linda	Bulan Besar	Sawo Matang	75	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	59	59	50	42
13	Lita	Oval	Sawo Matang	75	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	46	43	45	37
14	Lita	Oval	Sawo Matang	75	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	65	42	46	38
15	Burhan	Oval	Sawo Matang Gelap	75	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	92	87	84	42
16	Burhan	Oval	Sawo Matang Gelap	75	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	109	86	88	79
PRESENTASE					100%	100%	100%	100%	79.6875	73.6875	65.5625	51.5

Tabel 6.12 Data uji dan Hasil pengujian Mendeteksi pergerakan kepala berdasarkan Objek yang telah ditentukan dengan jarak 75 cm pada waktu siang (600 sampai 1153 lux)

NO	OBJEK	JENIS WAJAH	WARNA KULIT	JARAK	SIANG							
					PERGERAKAN				WAKTU KOMPUTASI (ms)			
				(CM)	KANAN	KIRI	TEGAK	MENUNDUK	KANAN	KIRI	TEGAK	MENUNDUK
1	Mila	Oval	Sawo Matang	75	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	50	48	53	40
2	Mila	Oval	Sawo Matang	75	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	47	47	94	36
3	Ida	Oval kecil	Sawo Matang	75	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	44	44	43	38
4	Ida	Oval kecil	Sawo Matang	75	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	56	46	48	40
5	Syahriel	Lonjong	Sawo Matang	75	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	68	67	55	41
6	Syahriel	Lonjong	Sawo Matang	75	no	deteksi	deteksi	deteksi	55	54	54	49
7	Oggy	Bulan Kecil	Sawo Matang	75	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	56	60	70	46
8	Oggy	Bulan Kecil	Sawo Matang	75	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	55	56	61	40
9	Hamim	Lonjong	Sawo Matang	75	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	60	65	53	41
10	Hamim	Lonjong	Sawo Matang	75	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	67	55	66	37
11	Linda	Bulan Besar	Sawo Matang	75	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	57	61	55	46
12	Linda	Bulan Besar	Sawo Matang	75	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	56	59	58	45
13	Lita	Oval	Sawo Matang	75	no	no	deteksi	deteksi	40	41	42	77
14	Lita	Oval	Sawo Matang	75	no	no	deteksi	deteksi	45	40	43	36
15	Burhan	Oval	Sawo Matang Gelap	75	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	55	50	50	39
16	Burhan	Oval	Sawo Matang Gelap	75	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	57	50	51	36
PRESENTASE					81.25%	87.50%	100%	100%	54.25	52.6875	56	42.9375

Tabel 6.13 Data uji dan Hasil pengujian Mendeteksi pergerakan kepala berdasarkan Objek yang telah ditentukan dengan jarak 75 cm pada waktu malam (18 sampai 110 lux)

NO	OBJEK	JENIS WAJAH	WARNA KULIT	JARAK	MALAM							
					PERGERAKAN				WAKTU KOMPUTASI (ms)			
				(CM)	KANAN	KIRI	TEGAK	MENUNDU	KANAN	KIRI	TEGAK	MENUNDU
1	Mila	Oval	Sawo Matang	75	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	46	45	47	36
2	Mila	Oval	Sawo Matang	75	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	50	43	45	38
3	Ida	Oval kecil	Sawo Matang	75	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	43	43	44	34
4	Ida	Oval kecil	Sawo Matang	75	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	50	46	48	39
5	Syahriel	Lonjong	Sawo Matang	75	no	no	no	no	48	42	77	57
6	Syahriel	Lonjong	Sawo Matang	75	no	no	no	no	85	54	42	32
7	Oggy	Bulan Kecil	Sawo Matang	75	deteksi	no	deteksi	deteksi	67	53	45	37
8	Oggy	Bulan Kecil	Sawo Matang	75	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	48	47	48	34
9	Hamim	Lonjong	Sawo Matang	75	no	no	no	deteksi	84	49	58	33
10	Hamim	Lonjong	Sawo Matang	75	no	no	no	no	94	48	52	63
11	Linda	Bulan Besar	Sawo Matang	75	deteksi	no	deteksi	deteksi	54	74	55	44
12	Linda	Bulan Besar	Sawo Matang	75	deteksi	no	deteksi	deteksi	57	58	108	43
13	Lita	Oval	Sawo Matang	75	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	44	42	76	34
14	Lita	Oval	Sawo Matang	75	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	45	93	81	38
15	Burhan	Oval	Sawo Matang Gelap	75	no	no	no	no	80	40	40	56
16	Burhan	Oval	Sawo Matang Gelap	75	no	no	no	no	46	37	41	33
PRESENTASE					62.50%	73.75%	62.50%	68.75%	58.8125	50.875	56.6875	40.6875

Tabel 6.14 Data uji dan Hasil pengujian Mendeteksi pergerakan kepala berdasarkan Objek yang telah ditentukan dengan jarak 100 cm pada waktu pagi (107 sampai 602 lux)

NO	OBJEK	JENIS WAJAH	WARNA KULIT	JARAK	PAGI							
					PERGERAKAN				WAKTU KOMPUTASI (ms)			
				(CM)	KANAN	KIRI	TEGAK	MENUNDUK	KANAN	KIRI	TEGAK	MENUNDUK
1	Mila	Oval	Sawo Matang	100	no	no	deteksi	deteksi	77	43	78	33
2	Mila	Oval	Sawo Matang	100	no	no	deteksi	deteksi	36	37	41	35
3	Ida	Oval kecil	Sawo Matang	100	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	76	75	40	76
4	Ida	Oval kecil	Sawo Matang	100	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	78	76	50	34
5	Syahriel	Lonjong	Sawo Matang	100	no	deteksi	deteksi	deteksi	42	93	45	42
6	Syahriel	Lonjong	Sawo Matang	100	no	deteksi	deteksi	deteksi	43	44	47	36
7	Oggy	Bulan Kecil	Sawo Matang	100	deteksi	no	deteksi	deteksi	49	59	94	39
8	Oggy	Bulan Kecil	Sawo Matang	100	deteksi	no	deteksi	deteksi	50	52	51	40
9	Hamim	Lonjong	Sawo Matang	100	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	45	46	42	56
10	Hamim	Lonjong	Sawo Matang	100	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	50	86	82	68
11	Linda	Bulan Besar	Sawo Matang	100	no	no	deteksi	deteksi	40	42	49	65
12	Linda	Bulan Besar	Sawo Matang	100	no	no	deteksi	deteksi	77	38	44	37
13	Lita	Oval	Sawo Matang	100	no	no	deteksi	deteksi	38	82	38	35
14	Lita	Oval	Sawo Matang	100	no	no	deteksi	deteksi	39	40	39	38
15	Burhan	Oval	Sawo Matang Gelap	100	no	deteksi	deteksi	deteksi	80	51	30	44
16	Burhan	Oval	Sawo Matang Gelap	100	no	deteksi	deteksi	deteksi	94	83	96	50
Presentase					37.50%	50%	100%	100%	57.125	59.1875	54.125	45.5

Tabel 6.15 Data uji dan Hasil pengujian Mendeteksi pergerakan kepala berdasarkan Objek yang telah ditentukan dengan jarak 100 cm pada waktu siang (600 sampai 1153 lux)

NO	OBJEK	JENIS WAJAH	WARNA KULIT	JARAK	SIANG							
					PERGERAKAN				WAKTU KOMPUTASI (ms)			
				(CM)	KANAN	KIRI	TEGAK	MENUNDUK	KANAN	KIRI	TEGAK	MENUNDUK
1	Mila	Oval	Sawo Matang	100	deteksi	deteksi	deteksi	no	41	37	41	33
2	Mila	Oval	Sawo Matang	100	deteksi	deteksi	deteksi	no	37	40	38	30
3	Ida	Oval kecil	Sawo Matang	100	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	89	41	42	39
4	Ida	Oval kecil	Sawo Matang	100	deteksi	no	deteksi	deteksi	41	38	45	34
5	Syahriel	Lonjong	Sawo Matang	100	deteksi	no	deteksi	deteksi	100	42	42	38
6	Syahriel	Lonjong	Sawo Matang	100	deteksi	no	deteksi	deteksi	44	44	49	38
7	Oggy	Bulan Kecil	Sawo Matang	100	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	47	47	44	31
8	Oggy	Bulan Kecil	Sawo Matang	100	deteksi	no	deteksi	deteksi	50	44	60	30
9	Hamim	Lonjong	Sawo Matang	100	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	46	47	46	38
10	Hamim	Lonjong	Sawo Matang	100	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	47	52	48	36
11	Linda	Bulan Besar	Sawo Matang	100	deteksi	no	deteksi	deteksi	47	48	88	37
12	Linda	Bulan Besar	Sawo Matang	100	no	no	deteksi	deteksi	49	22	48	40
13	Lita	Oval	Sawo Matang	100	no	no	deteksi	deteksi	67	34	36	37
14	Lita	Oval	Sawo Matang	100	no	no	deteksi	deteksi	69	38	37	34
15	Burhan	Oval	Sawo Matang Gelap	100	deteksi	no	deteksi	deteksi	48	43	43	37
16	Burhan	Oval	Sawo Matang Gelap	100	deteksi	no	deteksi	deteksi	47	91	98	36
Presentase					81.25%	37.50%	100%	87.50%	54.3125	44.25	50.3125	35.5

Tabel 6.16 Data uji dan Hasil pengujian Mendeteksi pergerakan kepala berdasarkan Objek yang telah ditentukan dengan jarak 100 cm pada waktu malam (18 sampai 110 lux)

NO	OBJEK	JENIS WAJAH	WARNA KULIT	JARAK	MALAM							
					PERGERAKAN				WAKTU KOMPUTASI (ms)			
				(CM)	KANAN	KIRI	TEGAK	MENUNDU	KANAN	KIRI	TEGAK	MENUNDU
1	Mila	Oval	Sawo Matang	100	no	no	deteksi	deteksi	38	40	40	34
2	Mila	Oval	Sawo Matang	100	no	no	deteksi	deteksi	38	38	38	42
3	Ida	Oval kecil	Sawo Matang	100	no	no	deteksi	no	38	40	41	30
4	Ida	Oval kecil	Sawo Matang	100	no	no	deteksi	no	35	37	38	31
5	Syahriel	Lonjong	Sawo Matang	100	no	no	no	no	38	40	39	20
6	Syahriel	Lonjong	Sawo Matang	100	no	no	no	no	38	39	43	36
7	Oggy	Bulan Kecil	Sawo Matang	100	no	no	deteksi	deteksi	41	75	39	32
8	Oggy	Bulan Kecil	Sawo Matang	100	no	no	no	deteksi	38	74	43	32
9	Hamim	Lonjong	Sawo Matang	100	no	no	no	no	42	36	37	61
10	Hamim	Lonjong	Sawo Matang	100	no	no	no	no	66	90	39	37
11	Linda	Bulan Besar	Sawo Matang	100	no	no	deteksi	deteksi	48	42	43	39
12	Linda	Bulan Besar	Sawo Matang	100	no	no	deteksi	deteksi	45	41	42	35
13	Lita	Oval	Sawo Matang	100	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	38	45	70	81
14	Lita	Oval	Sawo Matang	100	deteksi	deteksi	deteksi	no	39	76	78	35
15	Burhan	Oval	Sawo Matang Gelap	100	no	no	no	no	65	35	64	31
16	Burhan	Oval	Sawo Matang Gelap	100	no	no	no	no	40	36	74	44
Presentase					12.50%	12.50%	56.25%	43.75%	42.9375	49	48	38.75

Tabel 6.17 Data uji dan Hasil pengujian Mendeteksi pergerakan kepala berdasarkan Objek yang telah ditentukan dengan jarak 125 cm pada waktu pagi (107 sampai 602 lux)

NO	OBJEK	JENIS WAJAH	WARNA KULIT	JARAK	PAGI							
					PERGERAKAN				WAKTU KOMPUTASI (ms)			
				(CM)	KANAN	KIRI	TEGAK	MENUNDUK	KANAN	KIRI	TEGAK	MENUNDUK
1	Mila	Oval	Sawo Matang	125	no	no	deteksi	deteksi	34	37	34	34
2	Mila	Oval	Sawo Matang	125	no	no	deteksi	deteksi	67	38	35	36
3	Ida	Oval kecil	Sawo Matang	125	no	no	deteksi	deteksi	69	38	71	32
4	Ida	Oval kecil	Sawo Matang	125	no	no	deteksi	deteksi	39	40	70	33
5	Syahriel	Lonjong	Sawo Matang	125	no	no	deteksi	deteksi	49	42	80	37
6	Syahriel	Lonjong	Sawo Matang	125	no	no	deteksi	deteksi	40	46	37	34
7	Oggy	Bulan Kecil	Sawo Matang	125	no	no	deteksi	deteksi	41	80	44	63
8	Oggy	Bulan Kecil	Sawo Matang	125	no	no	deteksi	deteksi	85	50	48	34
9	Hamim	Lonjong	Sawo Matang	125	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	40	43	41	67
10	Hamim	Lonjong	Sawo Matang	125	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	79	50	76	57
11	Linda	Bulan Besar	Sawo Matang	125	no	no	deteksi	deteksi	68	37	36	35
12	Linda	Bulan Besar	Sawo Matang	125	no	no	deteksi	deteksi	38	36	67	34
13	Lita	Oval	Sawo Matang	125	no	no	deteksi	deteksi	40	34	38	34
14	Lita	Oval	Sawo Matang	125	no	no	deteksi	deteksi	64	41	34	37
15	Burhan	Oval	Sawo Matang Gelap	125	no	deteksi	deteksi	deteksi	40	42	43	39
16	Burhan	Oval	Sawo Matang Gelap	125	no	deteksi	deteksi	deteksi	73	39	37	26
Presentase					12.50%	25%	100%	100%	54.125	43.3125	49.4375	39.5

Tabel 6.18 Data uji dan Hasil pengujian Mendeteksi pergerakan kepala berdasarkan Objek yang telah ditentukan dengan jarak 125 cm pada waktu siang (600 sampai 1153 lux)

NO	OBJEK	JENIS WAJAH	WARNA KULIT	JARAK	SIANG							
					PERGERAKAN				WAKTU KOMPUTASI (ms)			
				(CM)	KANAN	KIRI	TEGAK	MENUNDU	KANAN	KIRI	TEGAK	MENUNDU
1	Mila	Oval	Sawo Matang	125	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	41	41	37	38
2	Mila	Oval	Sawo Matang	125	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	43	43	38	35
3	Ida	Oval kecil	Sawo Matang	125	no	no	deteksi	no	36	37	37	38
4	Ida	Oval kecil	Sawo Matang	125	no	no	deteksi	no	37	38	36	40
5	Syahriel	Lonjong	Sawo Matang	125	no	no	deteksi	deteksi	42	40	39	37
6	Syahriel	Lonjong	Sawo Matang	125	no	no	deteksi	deteksi	41	44	42	36
7	Oggy	Bulan Kecil	Sawo Matang	125	no	no	deteksi	deteksi	41	80	44	63
8	Oggy	Bulan Kecil	Sawo Matang	125	no	no	deteksi	deteksi	85	50	48	34
9	Hamim	Lonjong	Sawo Matang	125	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	41	78	43	34
10	Hamim	Lonjong	Sawo Matang	125	deteksi	deteksi	deteksi	deteksi	45	40	40	36
11	Linda	Bulan Besar	Sawo Matang	125	no	no	deteksi	deteksi	41	47	41	35
12	Linda	Bulan Besar	Sawo Matang	125	no	no	deteksi	deteksi	45	39	46	36
13	Lita	Oval	Sawo Matang	125	no	no	deteksi	deteksi	37	38	35	32
14	Lita	Oval	Sawo Matang	125	no	no	deteksi	deteksi	37	36	40	34
15	Burhan	Oval	Sawo Matang Gelap	125	no	no	deteksi	deteksi	44	36	36	35
16	Burhan	Oval	Sawo Matang Gelap	125	no	no	deteksi	deteksi	51	83	40	34
Presentase					25%	25%	100%	87.50%	44.1875	48.125	40.125	37.3125

Tabel 6.19 Data uji dan Hasil pengujian Mendeteksi pergerakan kepala berdasarkan Objek yang telah ditentukan dengan jarak 125 cm pada waktu malam (18 sampai 110 lux)

NO	OBJEK	JENIS WAJAH	WARNA KULIT	JARAK	MALAM							
					PERGERAKAN				WAKTU KOMPUTASI (ms)			
				(CM)	KANAN	KIRI	TEGAK	MENUNDU	KANAN	KIRI	TEGAK	MENUNDU
1	Mila	Oval	Sawo Matang	125	no	no	deteksi	no	36	38	34	30
2	Mila	Oval	Sawo Matang	125	no	no	deteksi	no	35	36	39	33
3	Ida	Oval kecil	Sawo Matang	125	no	no	deteksi	no	41	36	37	30
4	Ida	Oval kecil	Sawo Matang	125	no	no	deteksi	no	35	37	35	34
5	Syahriel	Lonjong	Sawo Matang	125	no	no	no	no	37	37	33	56
6	Syahriel	Lonjong	Sawo Matang	125	no	no	no	no	40	67	65	32
7	Oggy	Bulan Kecil	Sawo Matang	125	no	no	no	no	38	41	37	31
8	Oggy	Bulan Kecil	Sawo Matang	125	no	no	no	no	36	39	35	55
9	Hamim	Lonjong	Sawo Matang	125	no	no	no	no	45	41	36	34
10	Hamim	Lonjong	Sawo Matang	125	no	no	no	no	80	78	65	32
11	Linda	Bulan Besar	Sawo Matang	125	no	no	deteksi	no	40	74	39	31
12	Linda	Bulan Besar	Sawo Matang	125	no	no	deteksi	deteksi	43	46	40	33
13	Lita	Oval	Sawo Matang	125	deteksi	no	deteksi	no	38	38	37	32
14	Lita	Oval	Sawo Matang	125	deteksi	no	deteksi	no	70	40	35	29
15	Burhan	Oval	Sawo Matang Gelap	125	no	no	no	no	33	64	63	60
16	Burhan	Oval	Sawo Matang Gelap	125	no	no	no	no	37	60	60	57
Presentase					12.50%	0%	37.50%	6.25%	42.75	48.25	43.125	38.0625

Berdasarkan hasil pengujian pada tabel 6.8 sampai 6.19 dapat dilihat pengujian dilakukan dengan 8 objek dan setiap objek terdapat 2 kali pengujian. Dan juga pengujian dilakukan dengan jarak 50 cm, 75 cm, 100 cm, 125 cm dan juga dengan waktu pagi, siang, dan malam. Dari semua percobaan dapat dilihat terdapat beberapa objek yang tidak sesuai dengan keinginan sistem. Sehingga dapat dilihat pada tabel 6.8 hingga 6.10 persentase untuk jarak 50cm pada waktu pagi dan siang sebesar 100% namun pada waktu malam sebesar 71,87%. Untuk jarak 75 cm dapat dilihat pada tabel 6.11 sampai 6.13 dapat dilihat persentase untuk waktu pagi sebesar 100 %, waktu siang sebesar 92,18%, untuk waktu malam sebesar 66,87%. untuk jarak 100 cm dapat dilihat pada tabel 6.14 sampai 16 dapat dilihat persentase untuk waktu pagi sebesar 71,87 %, waktu siang sebesar 76,56%, untuk waktu malam sebesar 31,25%. dan untuk jarak 125cm dapat dilihat pada tabel 6.17 sampai 6.19 dapat dilihat persentase untuk waktu pagi sebesar 59,37 %, waktu siang sebesar 59,37%, untuk waktu malam sebesar 14%.

Tabel 6.20 Sampel Gerakan Kepala yang Terdeteksi dan Tidak Terdeteksi

Gerakan	Berhasil	Tidak Berhasil
Kanan		
Kiri		



Dapat dilihat pada tabel 6.20 terdapat 4 gerakan terdeteksi dan 4 gerakan tidak terdeteksi. Hal ini disebabkan karena kurangnya cahaya dan juga jarak yang terlalu jauh antara kamera dan pengguna. Hal ini menyebabkan kamera tidak dapat mendeteksi kulit dan juga jarak yang jauh dapat menyebabkan perhitungan piksel semakin sedikit. Jika selisih piksel antar kuadran semakin kecil, maka semakin sulit sistem untuk mengklasifikasi arah gerakan kepala.

6.3 Pengujian Rata-rata Waktu Komputasi Tiap Sekali Gerakan

Pengujian ini adalah pengujian dari hasil output sistem tentang waktu yang digunakan setiap sekali pergerakan. Pengujian ini juga dilakukan dengan 8 objek, dengan jarak 50 cm, 75 cm, 100 cm, 125 cm dan juga dengan waktu yang berbeda-beda yaitu pagi, siang, dan malam.

6.3.1 Tujuan Pengujian

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk sekali gerakan.

6.3.2 Prosedur pengujian

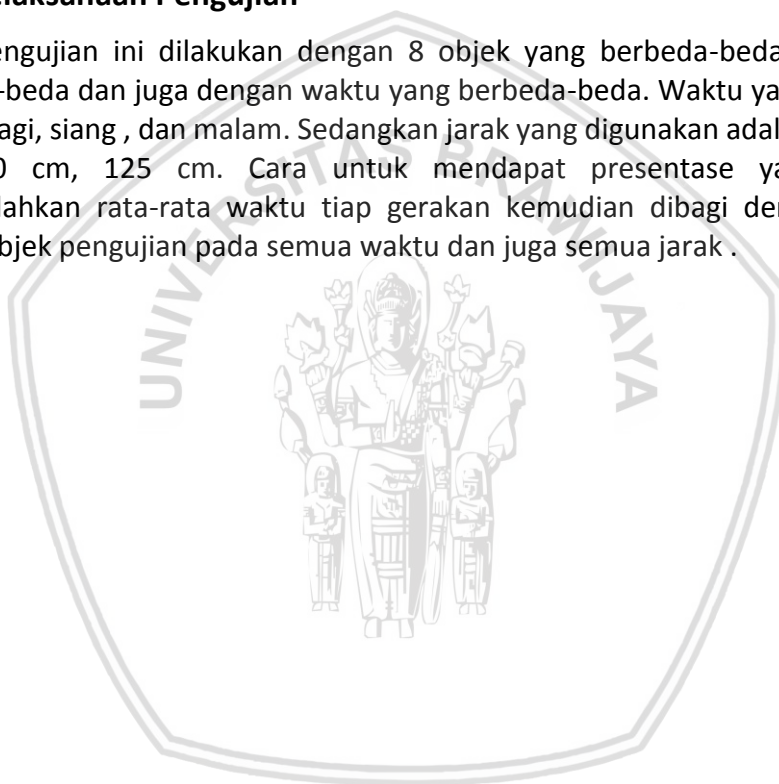
Beberapa hal yang dilakukan untuk pengujian keakurasian integrasi sistem dengan hardware, yaitu:

1. Menghidupkan laptop
2. Menghubungkan Raspberry Pi 3 dengan laptop menggunakan kabel LAN
3. Menghubungkan USB Kamera Logitech pada USB Raspberry Pi 3

4. Memasang LED pada *project board*
5. Menghubungkan *Project Board* dengan pin-pin Raspberry Pi 3 sesuai gambar
6. Menyalakan Raspberry Pi 3 dengan menghubungkan pada adaptor 2A.
7. Membuka aplikasi VNC viewer untuk mengontrol Raspberry Pi 3
8. Membuka terminal pada Raspberry Pi 3 dan menjalankan program untuk mendeteksi warna kulit wajah
9. Perhitungan akurasi dihitung dengan rumus akurasi = (total data sesuai /total data keseluruhan) *100%.

6.3.3 Pelaksanaan Pengujian

Pengujian ini dilakukan dengan 8 objek yang berbeda-beda, jarak yang berbeda-beda dan juga dengan waktu yang berbeda-beda. Waktu yang dilakukan adalah pagi, siang, dan malam. Sedangkan jarak yang digunakan adalah 50 cm, 75 cm, 100 cm, 125 cm. Cara untuk mendapat presentase yaitu dengan menjumlahkan rata-rata waktu tiap gerakan kemudian dibagi dengan jumlah semua objek pengujian pada semua waktu dan juga semua jarak.



6.3.4 Hasil dan Analisis Pengujian

Tabel 6.21 Data Uji dan Hasil Pengujian Waktu Komputasi pada Jarak 50 cm

NO	OBJEK	JENIS WAJAH	WARNA KULIT	JARAK (CM)	PAGI				SIANG				MALAM			
					Waktu Komputasi (cm)				Waktu Komputasi (cm)				Waktu Komputasi (cm)			
					KANAN	KIRI	TEGAK	MENUNDU	KANAN	KIRI	TEGAK	MENUNDU	KANAN	KIRI	TEGAK	MENUNDU
1	Mila	Oval	Sawo Matang	50	48	50	46	58	66	63	72	46	55	54	63	35
2	Mila	Oval	Sawo Matang	50	51	47	48	36	64	75	68	38	53	61	57	33
3	Ida	Oval kecil	Sawo Matang	50	57	57	58	94	55	58	63	43	55	58	54	41
4	Ida	Oval kecil	Sawo Matang	50	55	124	67	49	53	53	52	41	54	61	60	44
5	Syahriel	Lonjong	Sawo Matang	50	90	97	84	62	74	76	68	54	68	74	52	35
6	Syahriel	Lonjong	Sawo Matang	50	84	90	89	120	137	71	69	51	73	68	66	36
7	Oggy	Bulan Kecil	Sawo Matang	50	76	185	89	55	74	73	71	53	79	77	62	49
8	Oggy	Bulan Kecil	Sawo Matang	50	130	87	84	74	87	70	79	60	73	75	74	60
9	Hamim	Lonjong	Sawo Matang	50	69	80	63	54	85	86	84	53	80	67	62	44
10	Hamim	Lonjong	Sawo Matang	50	135	109	70	50	87	96	89	58	61	60	56	47
11	Linda	Bulan Besar	Sawo Matang	50	60	61	63	55	86	80	84	57	69	71	68	37
12	Linda	Bulan Besar	Sawo Matang	50	61	71	57	106	84	82	81	68	134	68	72	41
13	Lita	Oval	Sawo Matang	50	52	50	53	44	53	99	56	47	117	54	96	77
14	Lita	Oval	Sawo Matang	50	54	57	52	46	50	52	62	46	112	51	102	42
15	Burhan	Oval	Sawo Matang Gelap	50	167	77	65	96	60	59	60	43	45	78	42	63
16	Burhan	Oval	Sawo Matang Gelap	50	148	140	138	97	57	64	66	44	48	41	48	69
RATA-RATA PRESENTASE					83.56	86.37	70.37	68.5	73.25	72.3	70.12	50.1	73.87	63.6	64.6	47

Keterangan : Pagi (107 sampai 602 lux)

Siang (600 sampai 1153 lux)

Malam (18 sampai 110 lux)

Tabel 6.22 Data Uji dan Hasil Pengujian Waktu Komputasi pada Jarak 75 cm

NO	OBJEK	JENIS WAJAH	WARNA KULIT	JARAK (CM)	PAGI				SIANG				MALAM			
					Waktu Komputasi (cm)				Waktu Komputasi (cm)				Waktu Komputasi (cm)			
					KANAN	KIRI	TEGAK	MENUNDUH	KANAN	KIRI	TEGAK	MENUNDUH	KANAN	KIRI	TEGAK	MENUNDUH
1	Mila	Oval	Sawo Matang	75	48	50	46	58	66	63	72	46	55	54	63	35
2	Mila	Oval	Sawo Matang	75	51	47	48	36	64	75	68	38	53	61	57	33
3	Ida	Oval kecil	Sawo Matang	75	57	57	58	94	55	58	63	43	55	58	54	41
4	Ida	Oval kecil	Sawo Matang	75	55	124	67	49	53	53	52	41	54	61	60	44
5	Syahriel	Lonjong	Sawo Matang	75	90	97	84	62	74	76	68	54	68	74	52	35
6	Syahriel	Lonjong	Sawo Matang	75	84	90	89	120	137	71	69	51	73	68	66	36
7	Oggy	Bulan Kecil	Sawo Matang	75	76	185	89	55	74	73	71	53	79	77	62	49
8	Oggy	Bulan Kecil	Sawo Matang	75	130	87	84	74	87	70	79	60	73	75	74	60
9	Hamim	Lonjong	Sawo Matang	75	69	80	63	54	85	86	84	53	80	67	62	44
10	Hamim	Lonjong	Sawo Matang	75	135	109	70	50	87	96	89	58	61	60	56	47
11	Linda	Bulan Besar	Sawo Matang	75	60	61	63	55	86	80	84	57	69	71	68	37
12	Linda	Bulan Besar	Sawo Matang	75	61	71	57	106	84	82	81	68	134	68	72	41
13	Lita	Oval	Sawo Matang	75	52	50	53	44	53	99	56	47	117	54	96	77
14	Lita	Oval	Sawo Matang	75	54	57	52	46	50	52	62	46	112	51	102	42
15	Burhan	Oval	Sawo Matang Gelap	75	167	77	65	96	60	59	60	43	45	78	42	63
16	Burhan	Oval	Sawo Matang Gelap	75	148	140	138	97	57	64	66	44	48	41	48	69
RATA-RATA PRESENTASE					83.56	86.37	70.37	68.5	73.25	72.3	70.12	50.1	73.87	63.6	64.6	47

Keterangan : Pagi (107 sampai 602 lux)

Siang (600 sampai 1153 lux)

Malam (18 sampai 110 lux)

Tabel 6.23 Data Uji dan Hasil Pengujian Waktu Komputasi pada Jarak 100 cm

NO	OBJEK	JENIS WAJAH	WARNA KULIT	JARAK (CM)	PAGI				SIANG				MALAM			
					Waktu Komputasi (cm)				Waktu Komputasi (cm)				Waktu Komputasi (cm)			
					KANAN	KIRI	TEGAK	MENUNDUH	KANAN	KIRI	TEGAK	MENUNDUH	KANAN	KIRI	TEGAK	MENUNDUH
1	Mila	Oval	Sawo Matang	100	77	43	78	33	41	37	41	33	38	40	40	34
2	Mila	Oval	Sawo Matang	100	36	37	41	35	37	40	38	30	38	38	38	42
3	Ida	Oval kecil	Sawo Matang	100	76	75	40	76	89	41	42	39	38	40	41	30
4	Ida	Oval kecil	Sawo Matang	100	78	76	50	34	41	38	45	34	35	37	38	31
5	Syahriel	Lonjong	Sawo Matang	100	42	93	45	42	100	42	42	38	38	40	39	20
6	Syahriel	Lonjong	Sawo Matang	100	43	44	47	36	44	44	49	38	38	39	43	36
7	Oggy	Bulan Kecil	Sawo Matang	100	49	59	94	39	47	47	44	31	41	75	39	32
8	Oggy	Bulan Kecil	Sawo Matang	100	50	52	51	40	50	44	60	30	38	74	43	32
9	Hamim	Lonjong	Sawo Matang	100	45	46	42	56	46	47	46	38	42	36	37	61
10	Hamim	Lonjong	Sawo Matang	100	50	86	82	68	47	52	48	36	66	90	39	37
11	Linda	Bulan Besar	Sawo Matang	100	40	42	49	65	47	48	88	37	48	42	43	39
12	Linda	Bulan Besar	Sawo Matang	100	77	38	44	37	49	22	48	40	45	41	42	35
13	Lita	Oval	Sawo Matang	100	38	82	38	35	67	34	36	37	38	45	70	81
14	Lita	Oval	Sawo Matang	100	39	40	39	38	69	38	37	34	39	76	78	35
15	Burhan	Oval	Sawo Matang Gelap	100	80	51	30	44	48	43	43	37	65	35	64	31
16	Burhan	Oval	Sawo Matang Gelap	100	94	83	96	50	47	91	98	36	40	36	74	44
RATA-RATA PRESENTASE					57.125	59.1875	54.125	45.5	54.3125	44.25	50.3125	35.5	42.9375	49	48	38.75

Keterangan : Pagi (107 sampai 602 lux)

Siang (600 sampai 1153 lux)

Malam (18 sampai 110 lux)

Tabel 6.24 Data Uji dan Hasil Pengujian Waktu Komputasi pada Jarak 125 cm

NO	OBJEK	JENIS WAJAH	WARNA KULIT	JARAK (CM)	PAGI				SIANG				MALAM			
					Waktu Komputasi (cm)				Waktu Komputasi (cm)				Waktu Komputasi (cm)			
					KANAN	KIRI	TEGAK	LENUNDU	KANAN	KIRI	TEGAK	LENUNDU	KANAN	KIRI	TEGAK	LENUNDU
1	Mila	Oval	Sawo Matang	125	34	37	34	34	41	41	37	38	36	38	34	30
2	Mila	Oval	Sawo Matang	125	67	38	35	36	43	43	38	35	35	36	39	33
3	Ida	Oval kecil	Sawo Matang	125	69	38	71	32	36	37	37	38	41	36	37	30
4	Ida	Oval kecil	Sawo Matang	125	39	40	70	33	37	38	36	40	35	37	35	34
5	Syahriel	Lonjong	Sawo Matang	125	49	42	80	37	42	40	39	37	37	37	33	56
6	Syahriel	Lonjong	Sawo Matang	125	40	46	37	34	41	44	42	36	40	67	65	32
7	Oggy	Bulan Kecil	Sawo Matang	125	41	80	44	63	41	80	44	63	38	41	37	31
8	Oggy	Bulan Kecil	Sawo Matang	125	85	50	48	34	85	50	48	34	36	39	35	55
9	Hamim	Lonjong	Sawo Matang	125	40	43	41	67	41	78	43	34	45	41	36	34
10	Hamim	Lonjong	Sawo Matang	125	79	50	76	57	45	40	40	36	80	78	65	32
11	Linda	Bulan Besar	Sawo Matang	125	68	37	36	35	41	47	41	35	40	74	39	31
12	Linda	Bulan Besar	Sawo Matang	125	38	36	67	34	45	39	46	36	43	46	40	33
13	Lita	Oval	Sawo Matang	125	40	34	38	34	37	38	35	32	38	38	37	32
14	Lita	Oval	Sawo Matang	125	64	41	34	37	37	36	40	34	70	40	35	29
15	Burhan	Oval	Sawo Matang Gelap	125	40	42	43	39	44	36	36	35	33	64	63	60
16	Burhan	Oval	Sawo Matang Gelap	125	73	39	37	26	51	83	40	34	37	60	60	57
RATA-RATA PRESENTASE					54.125	43.313	49.438	39.5	44.188	48.125	40.125	37.313	42.75	48.25	43.125	38.063

Keterangan : Pagi (107 sampai 602 lux)

Siang (600 sampai 1153 lux)

Malam (18 sampai 110 lux)

Bersasarkan tabel 6.21 sampai 6.24 rata-rata waktu komputasi tiap gerakan untuk kanan sebesar 59.87 ms, untuk kiri sebesar 57,64 ms, untuk tegak sebesar 55,72 ms, dan untuk menunduk sebesar 44,62 ms. Perhitungan waktu komputasi tersebut dengan menjumlah semua waktu komputasi pergerakan lalu dibagi dengan banyaknya objek yaitu 16 kali waktu yaitu 3 dan juga banyaknya jarak yaitu 4 (50cm, 75cm, 100cm, 125cm).

6.4 Pengujian Keakurasian Integrasi Sistem Dengan Hardware

Pengujian ini adalah pengujian dari hasil *output* sistem apakah sesuai dengan gerakan kepala yang terdeteksi. Pengujian ini juga dilakukan dengan 8 objek , dengan jarak 50cm, 75cm, 100cm, 125 cm dan juga dengan waktu yang berbeda-beda yaitu pagi, siang, dan malam.

6.4.1 Tujuan pengujian

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui berapa persen tingkat akurasi integrasi sistem dengan hardware.

6.4.2 Prosedur Pengujian

Beberapa hal yang dilakukan untuk pengujian keakurasian integrasi sistem dengan *hardware*, yaitu:

1. Menghidupkan laptop
2. Menghubungkan Raspberry Pi 3 dengan laptop menggunakan kabel LAN
3. Menghubungkan USB Kamera Logitech pada USB Raspberry Pi 3
4. Memasang LED pada *project board*
5. Menghubungkan *Project Board* dengan pin-pin Raspberry Pi 3 sesuai gambar
6. Menyalakan Raspberry Pi 3 dengan menghubungkan adaptor 2A pada Raspberry Pi 3
7. Membuka aplikasi VNC viewer untuk mengontrol Raspberry Pi 3
8. Membuka terminal pada raspbian dan menjalankan program untuk mendeteksi warna kulit wajah
9. Perhitungan akurasi dihitung dengan rumus $Akurasi = (\text{total data sesuai} / \text{total data keseluruhan}) * 100\%$.

6.4.3 Pelaksanaan Pengujian

Pengujian ini dilakukan dengan 8 objek yang berbeda-beda, jarak yang berbeda-beda dan juga dengan waktu yang berbeda-beda. Waktu yang dilakukan adalah pagi, siang, dan malam. Sedangkan jarak yang digunakan adalah 50 cm, 75 cm, 100 cm, 125 cm. Cara untuk mendapat presentase yaitu dengan menjumlahkan persentase pada jarak tertentu dan waktu tertentu kemudian

dibagi dengan jumlah gerakan. Pada penelitian ini jumlah gerakan yang digunakan adalah 4.



6.4.4 Hasil dan Analisis Pengujian

Tabel 6.25 Data Uji dan Hasil Pengujian Akurasi Integrasi Sistem dengan Hardware pada jarak 50 cm

off	OBJEK	JENIS WAJAH	WARNA KULIT	JARAK	PAGI								SIANG								MALAM								
					kanan		kiri		tegak		menunduk		kanan		kiri		tegak		menunduk		kanan		kiri		tegak		menunduk		
					cm	Merah	kuning	Merah	Kuning	Merah	Kuning	Merah	Kuning	Merah	kuning	Merah	Kuning	Merah	Kuning	Merah	Kuning	Merah	kuning	Merah	Kuning	Merah	Kuning	Merah	Kuning
1	Mila	Oval	Sawo Matang	50	off	on	on	off	on	on	off	off	off	on	on	off	on	on	off	off	off	on	on	off	on	on	off	off	
2	Mila	Oval	Sawo Matang	50	off	on	on	off	on	on	off	off	off	on	on	off	on	on	off	off	off	on	on	off	on	on	off	off	
3	Ida	Oval kecil	Sawo Matang	50	off	on	on	off	on	on	off	off	off	on	on	off	on	on	off	off	off	on	on	off	on	on	off	off	
4	Ida	Oval kecil	Sawo Matang	50	off	on	on	off	on	on	off	off	off	on	on	off	on	on	off	off	off	on	on	off	on	on	off	off	
5	Syahriel	Lonjong	Sawo Matang	50	off	on	on	off	on	on	off	off	off	on	on	off	on	on	off	off	on	on	on	off	on	on	off	off	
6	Syahriel	Lonjong	Sawo Matang	50	off	on	on	off	on	on	off	off	off	on	on	off	on	on	off	off	on	on	on	on	on	on	on	on	
7	Oggy	Bulan Kecil	Sawo Matang	50	off	on	on	off	on	on	off	off	off	on	on	off	on	on	off	off	off	on	on	off	on	on	off	off	
8	Oggy	Bulan Kecil	Sawo Matang	50	off	on	on	off	on	on	off	off	off	on	on	off	on	on	off	off	off	on	on	off	on	on	off	off	
9	Hamim	Lonjong	Sawo Matang	50	off	on	on	off	on	on	off	off	off	on	on	off	on	on	off	off	on	on	on	on	off	off	off	off	
10	Hamim	Lonjong	Sawo Matang	50	off	on	on	off	on	on	off	off	off	on	on	off	on	on	off	off	on	on	on	on	off	off	on	on	
11	Linda	Bulan Besar	Sawo Matang	50	off	on	on	off	on	on	off	off	off	on	on	off	on	on	off	off	off	on	on	off	on	on	off	off	
12	Linda	Bulan Besar	Sawo Matang	50	off	on	on	off	on	on	off	off	off	on	on	off	on	on	off	off	off	on	on	on	on	on	off	off	
13	Lita	Oval	Sawo Matang	50	off	on	on	off	on	on	off	off	off	on	on	off	on	on	off	off	off	on	on	on	off	on	on	off	off
14	Lita	Oval	Sawo Matang	50	off	on	on	off	on	on	off	off	off	on	on	off	on	on	off	off	off	on	on	off	on	on	off	off	
15	Burhan	Oval	Sawo Matang Gela	50	off	on	on	off	on	on	off	off	off	on	on	off	on	on	off	off	on	on	on	on	on	off	off	off	
16	Burhan	Oval	Sawo Matang Gela	50	off	on	on	off	on	on	off	off	off	on	on	off	on	on	off	off	on	on	on	on	on	off	off	off	
PRESENTASE					100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	

Keterangan : Pagi (107 sampai 602 lux)

Siang (600 sampai 1153 lux)

Malam (18 sampai 110 lux)

Tabel 6.26 Data Uji dan Hasil Pengujian Akurasi Integrasi Sistem dengan Hardware pada jarak 75 cm

off	OBJEK	JENIS WAJAH	WARNA KULIT	JARAK	PAGI								SIANG								MALAM							
					kanan		kiri		tegak		menunduk		kanan		kiri		tegak		menunduk		kanan		kiri		tegak		menunduk	
				cm	Merah	Kuning	Merah	Kuning	Merah	Kuning	Merah	Kuning	Merah	Kuning	Merah	Kuning	Merah	Kuning	Merah	Kuning	Merah	Kuning	Merah	Kuning	Merah	Kuning	Merah	Kuning
1	Mila	Oval	Sawo Matang	75	off	on	on	off	on	on	off	off	off	on	on	off	on	on	off	off	off	on	on	off	on	on	off	off
2	Mila	Oval	Sawo Matang	75	off	on	on	off	on	on	off	off	off	on	on	off	on	on	off	off	off	on	on	off	on	on	off	off
3	Ida	Oval kecil	Sawo Matang	75	off	on	on	off	on	on	off	off	off	on	on	off	on	on	off	off	off	on	on	off	on	on	off	off
4	Ida	Oval kecil	Sawo Matang	75	off	on	on	off	on	on	off	off	off	on	on	off	on	on	off	off	off	on	on	off	on	on	off	off
5	Syahriel	Lonjong	Sawo Matang	75	off	on	on	off	on	on	off	off	off	on	on	off	on	on	off	off	off	on	on	off	on	on	off	off
6	Syahriel	Lonjong	Sawo Matang	75	off	on	on	off	on	on	off	off	off	on	on	off	on	on	off	off	off	on	on	off	on	on	off	off
7	Oggy	Bulan Kecil	Sawo Matang	75	off	on	on	off	on	on	off	off	off	on	on	off	on	on	off	off	off	on	on	off	on	on	off	off
8	Oggy	Bulan Kecil	Sawo Matang	75	off	on	on	off	on	on	off	off	off	on	on	off	on	on	off	off	off	on	on	off	on	on	off	off
9	Hamim	Lonjong	Sawo Matang	75	off	on	on	off	on	on	off	off	off	on	on	off	on	on	off	off	off	on	on	off	on	on	off	off
10	Hamim	Lonjong	Sawo Matang	75	off	on	on	off	on	on	off	off	off	on	on	off	on	on	off	off	off	on	on	off	on	on	off	off
11	Linda	Bulan Besar	Sawo Matang	75	off	on	on	off	on	on	off	off	off	on	on	off	on	on	off	off	off	on	on	off	on	on	off	off
12	Linda	Bulan Besar	Sawo Matang	75	off	on	on	off	on	on	off	off	off	on	on	off	on	on	off	off	off	on	on	off	on	on	off	off
13	Lita	Oval	Sawo Matang	75	off	on	on	off	on	on	off	off	off	on	on	off	on	on	off	off	off	on	on	off	on	on	off	off
14	Lita	Oval	Sawo Matang	75	off	on	on	off	on	on	off	off	off	on	on	off	on	on	off	off	off	on	on	off	on	on	off	off
15	Burhan	Oval	Sawo Matang G	75	off	on	on	off	on	on	off	off	off	on	on	off	on	on	off	off	off	on	on	off	on	on	off	off
16	Burhan	Oval	Sawo Matang G	75	off	on	on	off	on	on	off	off	off	on	on	off	on	on	off	off	off	on	on	off	on	on	off	off
PRESENTASE					100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Keterangan : Pagi (107 sampai 602 lux)

Siang (600 sampai 1153 lux)

Malam (18 sampai 110 lux)

Tabel 6.27 Data Uji dan Hasil Pengujian Akurasi Integrasi Sistem dengan Hardware pada jarak 100 cm

off	OBJEK	JENIS WAJAH	WARNA KULIT	JARAK	PAGI								SIANG								MALAM									
					kanan		kiri		tegak		menunduk		kanan		kiri		tegak		menunduk		kanan		kiri		tegak		menunduk			
				cm	Merah	kuning	Merah	Kuning	Merah	Kuning	Merah	Kuning	Merah	kuning	Merah	Kuning	Merah	Kuning	Merah	Kuning	Merah	kuning	Merah	Kuning	Merah	Kuning	Merah	Kuning		
	1	Mila	Oval	Sawo Matang	100	on	on	on	on	on	on	off	off	off	on	on	off	on	on	off	off	on	on	on	on	on	on	off	off	
	2	Mila	Oval	Sawo Matang	100	on	on	on	on	on	on	off	off	off	on	on	off	on	on	off	off	on	on	on	on	on	on	off	off	
	3	Ida	Oval kecil	Sawo Matang	100	off	on	on	off	on	on	off	off	off	on	on	off	on	on	on	on	on	on	on	on	on	on	on	on	
	4	Ida	Oval kecil	Sawo Matang	100	off	on	on	off	on	on	off	off	off	on	on	on	on	on	on	on	on	on	on	on	on	on	on	on	
	5	Syahriel	Lonjong	Sawo Matang	100	on	on	on	off	on	on	off	off	off	on	on	on	on	on	off	off	on	on	on	on	off	off	on	on	
	6	Syahriel	Lonjong	Sawo Matang	100	on	on	on	off	on	on	off	off	off	on	on	on	on	on	off	off	on	on	on	on	off	off	on	on	
	7	Oggy	Bulan Kecil	Sawo Matang	100	off	on	on	on	on	on	off	off	off	on	on	off	on	on	off	off	on	on	on	on	on	on	off	off	
	8	Oggy	Bulan Kecil	Sawo Matang	100	off	on	on	on	on	on	off	off	off	on	on	on	on	on	off	off	on	on	on	on	off	off	off	off	
	9	Hamim	Lonjong	Sawo Matang	100	off	on	on	off	on	on	off	off	off	on	on	off	on	on	off	off	on	on	on	on	off	off	on	on	
	10	Hamim	Lonjong	Sawo Matang	100	off	on	on	off	on	on	off	off	off	on	on	off	on	on	off	off	on	on	on	on	off	off	on	on	
	11	Linda	Bulan Besar	Sawo Matang	100	on	on	on	on	on	on	off	off	off	on	on	on	on	on	off	off	on	on	on	on	on	on	off	off	
	12	Linda	Bulan Besar	Sawo Matang	100	on	on	on	on	on	on	off	off	on	on	on	on	on	on	off	off	on	on	on	on	on	on	off	off	
	13	Lita	Oval	Sawo Matang	100	on	on	on	on	on	on	off	off	on	on	on	on	on	on	off	off	off	on	on	on	off	on	on	off	off
	14	Lita	Oval	Sawo Matang	100	on	on	on	on	on	on	off	off	on	on	on	on	on	on	off	off	off	on	on	on	off	on	on	on	
	15	Burhan	Oval	Sawo Matang G	100	on	on	on	off	on	on	off	off	off	on	on	on	on	on	off	off	on	on	on	on	off	off	on	on	
	16	Burhan	Oval	Sawo Matang G	100	on	on	on	off	on	on	off	off	off	on	on	on	on	on	off	off	on	on	on	on	off	off	on	on	
PRESENTASE						100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	

Keterangan : Pagi (107 sampai 602 lux)

Siang (600 sampai 1153 lux)

Malam (18 sampai 110 lux)

Tabel 6.28 Data Uji dan Hasil Pengujian Akurasi Integrasi Sistem dengan Hardware pada jarak 125 cm

off	OBJEK	JENIS WAJAH	WARNA KULIT	JARAK	PAGI								SIANG								MALAM							
					kanan		kiri		tegak		menunduk		kanan		kiri		tegak		menunduk		kanan		kiri		tegak		menunduk	
					cm	Merah	kuning	Merah	Kuning	Merah	Kuning	Merah	Kuning	Merah	kuning	Merah	Kuning	Merah	Kuning	Merah	Kuning	Merah	kuning	Merah	Kuning	Merah	Kuning	Merah
1	Mila	Oval	Sawo Matang	125	on	on	on	on	on	on	off	off	on	on	on	off	on	on	off	off	on	on	on	on	on	on	on	on
2	Mila	Oval	Sawo Matang	125	on	on	on	on	on	on	off	off	off	on	on	off	on	on	off	off	on	on	on	on	on	on	on	on
3	Ida	Oval kecil	Sawo Matang	125	on	on	on	on	on	on	off	off	on	on	on	on	on	on	off	off	on	on	on	on	on	on	on	on
4	Ida	Oval kecil	Sawo Matang	125	on	on	on	on	on	on	off	off	on	on	on	on	on	on	off	off	on	on	on	on	on	on	on	on
5	Syahriel	Lonjong	Sawo Matang	125	on	on	on	on	on	on	off	off	on	on	on	on	on	on	off	off	on	on	on	on	off	off	on	on
6	Syahriel	Lonjong	Sawo Matang	125	on	on	on	on	on	on	off	off	on	on	on	on	on	on	off	off	on	on	on	on	off	off	on	on
7	Oggy	Bulan Kecil	Sawo Matang	125	on	on	on	on	on	on	off	off	on	on	on	on	on	on	off	off	on	on	on	on	off	off	on	on
8	Oggy	Bulan Kecil	Sawo Matang	125	on	on	on	on	on	on	off	off	on	on	on	on	on	on	off	off	on	on	on	on	off	off	on	on
9	Hamim	Lonjong	Sawo Matang	125	off	on	on	off	on	on	off	off	off	on	on	off	on	on	off	off	on	on	on	on	off	off	on	on
10	Hamim	Lonjong	Sawo Matang	125	off	on	on	off	on	on	off	off	off	on	on	off	on	on	off	off	on	on	on	on	off	off	on	on
11	Linda	Bulan Besar	Sawo Matang	125	on	on	on	on	on	on	off	off	on	on	on	on	on	on	off	off	on	on	on	on	on	on	on	on
12	Linda	Bulan Besar	Sawo Matang	125	on	on	on	on	on	on	off	off	on	on	on	on	on	on	off	off	on	on	on	on	on	on	off	off
13	Lita	Oval	Sawo Matang	125	on	on	on	on	on	on	off	off	on	on	on	on	on	on	off	off	off	on	on	on	on	on	off	off
14	Lita	Oval	Sawo Matang	125	on	on	on	on	on	on	off	off	on	on	on	on	on	on	off	off	off	on	on	on	on	on	off	off
15	Burhan	Oval	Sawo Matang G	125	on	on	on	off	on	on	off	off	on	on	on	on	on	on	off	off	on	on	on	on	off	off	off	off
16	Burhan	Oval	Sawo Matang G	125	on	on	on	off	on	on	off	off	on	on	on	on	on	on	off	off	on	on	on	on	off	off	off	off
PRESENTASE						100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Keterangan : Pagi (107 sampai 602 lux)
 Siang (600 sampai 1153 lux)
 Malam (18 sampai 110 lux)

Pada pengujian ini dapat dilihat pada tabel 6.25 sampai 6.28 akurasi presentase keseluruhan adalah 100% jika pengujiannya berdasarkan *output* klasifikasi pada sistem. namun jika pengujiannya berdasarkan pergerakan yang sebenarnya maka presentasenya sama seperti presentase pengujian pergerakan yaitu pada tabel 6.8 sampai 6.19.



BAB 7 PENUTUP

7.1 Kesimpulan

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan ,terdapat beberapa kesimpulan yaitu:

1. Sistem mendeteksi warna kuli wajah dengan menggunakan threshold YCbCr dari warna kulit wajah yaitu $0 < Y < 255$, $132 < Cr < 173$ dan $76 < Cb < 126$. Y disini sebagai *luminance* atau pencahayaan, sedangkan Cr dan Cb adalah warna *chrominance* dari kulit manusia.
2. Akurasi sistem dalam mendeteksi warna kulit wajah sangat dipengaruhi oleh cahaya dan juga jarak. Jika jarak semakin jauh dan cahaya semakin gelap maka presentase yang didapat juga semakin kecil. Presentase deteksi warna kulit wajah pada jarak 50 cm, 75 cm, 100 cm, 125 cm pada waktu pagi sebesar 100%. Pada jarak 50 cm, 75 cm, 100 cm, 125 cm pada waktu siang sebesar 100%. Pada jarak 50 cm, 75 cm pada waktu malam sebesar 100%, sedangkan jarak 100 cm dan 125 cm pada waktu malam sebesar 84,37% dan 78,13%. Jadi jarak dan yang bagus untuk mendeteksi warna kulit wajah adalah jarak 50 cm, 75 cm, 100 cm, dan 125 cm pada waktu pagi dan siang dan juga jarak 50 cm, 75 cm pada waktu malam.
3. Akurasi sistem dalam mendeteksi gerakan kepala sangat dipengaruhi oleh cahaya dan juga jarak. Jika jarak semakin jauh dan cahaya semakin gelap maka persentase yang didapat juga semakin kecil. Akurasi deteksi gerakan kepala pada waktu pagi dan siang jarak 50cm sebesar 100%, pada waktu malam dengan jarak 50 cm sebesar 71,87%. Untuk jarak 75 cm pada waktu pagi sebesar 100%, waktu siang 92.18%, dan untuk malam sebesar 66.87%. Untuk jarak 100cm waktu pagi sebesar 71.87%, siang 76.56%, dan malam sebesar 31.25%. sedangkan jarak 125cm waktu pagi sebesar 59.37%, siang 59.37% dan untuk malam sebesar 14%. Berdasarkan akurasi sistem yang telah dilakukan, jarak dan waktu yang paling bagus yaitu pada jarak 50 cm pada waktu pagi, siang dan malam dengan persentase keseluruhan sebesar 90.62%.
4. Rata-rata waktu komputasi tiap gerakan untuk kanan sebesar 59.87 ms, untuk kiri sebesar 57.64 ms, untuk tegak sebesar 55.72 ms, dan untuk menunduk sebesar 44.62 ms. Waktu komputasi ini dipengaruhi oleh besarnya objek yang dideteksi. Jika objek yang dideteksi makin besar maka waktu komputasinya juga makin lama karena pemrosesannya juga lama.
5. Akurasi integrasi sistem dengan *hardware* atau LED sebesar 100% jika pengujiannya berdasarkan *output* klasifikasi pada sistem. Namun jika pengujiannya berdasarkan pergerakan asli maka akurasinya sama seperti akurasi pada deteksi pergerakan kepala karena LED mengikuti hasil dari proses deteksi pergerakan kepala pada sistem. Jika hasil deteksi pergerakan kepala salah maka *output* pada LED juga salah.

7.2 Saran

Adapun beberapa saran yang dapat dijadikan acuan untuk pengembangan penelitian ini ataupun penelitian yang serupa ke depannya adalah sebagai berikut.

1. Menggunakan metode pengolahan citra yang lain untuk membandingkan pengolahan citra manakah yang mempunyai kinerja yang lebih baik.
2. Menggunakan kamera jenis lain untuk mendapatkan akurasi yang lebih tinggi dalam meng-capture objek.
3. Menerapkan sistem yang sama dengan objek yang berbeda



DAFTAR PUSTAKA

- Basilio, M. J. A. et al., 2011. *Explicit Image Detection using YCbCr Space Color Model as Skin Detection*. Wisconsin, USA, World Scientific and Engineering Academy and Society (WSEAS) Stevens Point, p. 124.
- Bhinnekaners, 1993. *Bhinneka*. [Online]
Available at: <https://www.bhinneka.com/logitech-hd-c270-960-000627-skuSKU00211036>
[Accessed 28 7 2017].
- Buana, I. K. S., 2016. Aplikasi Mendeteksi Gerakan Tangan untuk Bermain Game Pingpong dengan Teknik Pengolahan Citra. *Citec Journal*, Volume 4.
- Chandana, R., Hussain, M. . S. J. & Jilani, D. S., 2015. Smart Surveillance System using Thing Speak and Raspberry Pi. *International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering*, Volume 4, p. 215.
- Chudasama, D., Patel, T., Joshi, S. & Prajapati, G. I., 2015. Image Segmentation using Morphological Operations. *International Journal of Computer Applications*, Volume 117, p. 18.
- Derisma, 2016. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Sistem Pengenalan Wajah Menggunakan Metode Eigenface pada Perangkat Mobile Berbasis Android. *Jurnal Komputer Terapan*, Volume 2, pp. 131-132.
- Ervand, V. A., Syauqy, D. & Utaminingrum, F., 2018. Pengembangan Sistem Deteksi Gerakan Kepala Sebagai Kontrol Pergerakan Kursi Roda Berbasis Embedded System. *Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, Volume 2, p. 333.
- Foundation, R. P., n.d. *Raspberry Pi*. [Online]
Available at: <https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-3-model-b/>
[Accessed 28 7 2018].
- I., 2015. *iklanvideotron.com*. [Online]
Available at: <http://www.iklanvideotron.com/wp-content/uploads/2017/01/w.jpg?v=4a5e17551e76>
[Accessed 28 7 2018].
- Jacobus, A., Takumansang, E. D. & Mandey, J. C., 2017. Graha Rehabilitasi Disabilitas Fisik di Manado Prokemik Dalam Arsitektur. *jurnal arsitektur*, Volume 6, p. 19.
- Kaur, S. & Singh, K., 2016. Enhancement of YCbCr Algorithm for Skin Color Segmentation. *International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering*, Volume 5, p. 142.

- Kumar, V., Namboodiri, A. & Jawahar, C. V., 2015. *Visual Phrases for Exemplar Face Detection*. Santiago, Chile, IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV).
- Mandyartha, E. P. & Fatichah, C., 2016. Three-level Local Thresholding Berbasis Metode Otsu untuk Segmentasi Leukosit pada Citra Leukemia Limfoblastik Akut. *Jurnal Buana Informatika*, Volume 7, p. 46.
- Mirnasari, N. & Adi, K., 2013. Aplikasi Metode Otsu untuk Indentifikasi Bakteri Tuberkulosis Secara Otomatis. *Youngster Physics Journal*, Volume 01, pp. 15-16.
- Nugroho, H., 2017. Deteksi Citra Objek Lingkaran Dengan Menggunakan Metode Ekstraksi Bentuk Circularity. *Integer Journal*, Volume 2, pp. 54-59.
- Nurchayani, A. A. & Saptono, R., 2015. Identifikasi Kualitas Beras dengan Citra Digital. *Scientific Journal of Informatics*, Volume 2, p. 66.
- openCV, 2015. *OpenCV*. [Online] Available at: https://docs.opencv.org/3.1.0/dd/d49/tutorial_py_contour_features.html [Accessed 8 agustus 2018].
- P., 2017. Kepentingan Indonesia Meratifikasi The Convention On The Rights Of Persons With Disabilities. *JOM FISIP*, Volume 4, pp. 6-7.
- Pawestri, A., 2017. Hak Penyandang Disabilitas Dalam Perspektif Ham Internasional Dan Ham Nasional. *Era Hukum-Jurnal Ilmiah Ilmu Hukum*, Volume 2, p. 164.
- Pramesti, R. R., 2016. *retnoregita*. [Online] Available at: <http://retnoregitap.blogspot.com/2016/04/makalah-2-menyikapi-penderita.html> [Accessed 9 8 2018].
- Priandani, N. D., Tolle, H. & Utaminingrum, F., 2017. Real Time Advanced Head Movement Recognition for Applicatio Controller Based On Android Internal Gyroscope Sensor. *International Journal of Advances in Soft Computing and its Applications*, Volume 9, pp. 71-77.
- Primahayu, R. A., Utaminingrum, F. & Syauqy, D., 2017. Sistem Monitoring Cairan Infus Terpusat Menggunakan Pengolahan Citra Digital. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, Volume 1, p. 651.
- RASPBERRY PI FOUNDATION, n.d. *RASPBERRY PI 3 MODEL B*. [Online] Available at: <https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-3-model-b/>
- Saputro, J. H., Sukmadi, T. & K., 2013. Analisa Penggunaan Lampu Led Pada Penerangan Dalam Rumah. *Transmisi*, Volume 15, p. 1.

- Sidiq, S. A. & Irmawati, D., 2016. Pengolahan Citra Untuk Identifikasi Telur Berdasarkan Ukuran. *Jurnal Electronics, Informatics, and Vocational Education (ELINVO)*, Volume 1, p. 154.
- Sugiyanto, S. & Wibowo, F., 2015. Klasifikasi Tingkat Kematangan Buah Pepaya (Carica Papaya) California (Callina-IPB 9) Dalam Ruang Warna HSV dan Algoritma K-Nearest Neighbors. *Prosiding SENATEK 2015 Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Purwokerto*, p. 337.
- Toba, H., Hendrik, A. & R., 2014. *Pengembangan Basisdata Penyakit Kulit Berbasis Computer Vision Melalui Deteksi Tepi*. Makassar, researchgate.
- Utaminingrum, , F. et al., 2017. *Determining Direction of Moving Object using Object Tracking for Smart Wheelchair Controller*. Dubai United Arab Emirates, IEEE.

